



**Уральский
федеральный
университет**

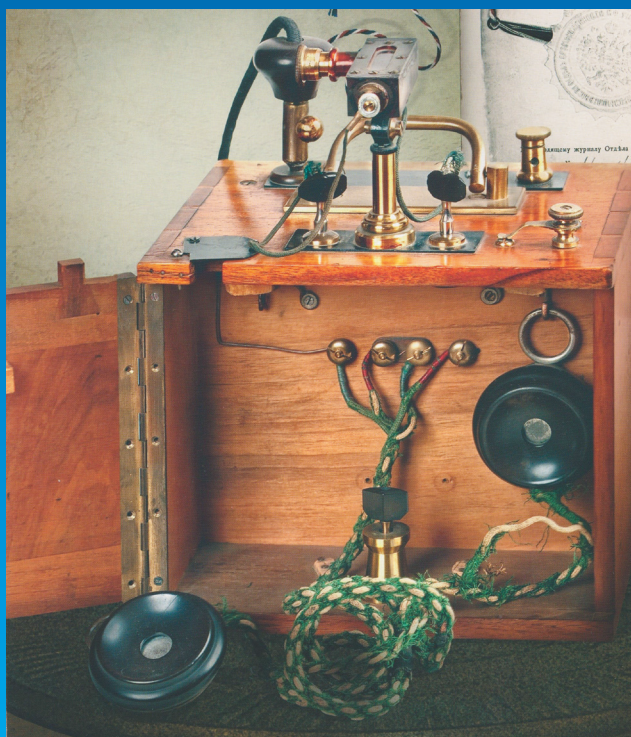
имени первого Президента
России Б.Н.Ельцина

**Институт радиозлектроники
и информационных
технологий — РТФ**

А. В. БЛОХИН

У ИСТОКОВ ИЗОБРЕТЕНИЯ РАДИО

Учебное пособие



Министерство образования и науки Российской Федерации
Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б. Н. Ельцина

*Посвящается 125-летию изобретения радио,
160-летию со дня рождения А. С. Попова*

А. В. Блохин

У ИСТОКОВ ИЗОБРЕТЕНИЯ РАДИО

Учебное пособие

Рекомендовано методическим советом
Уральского федерального университета
для студентов вуза
радиотехнических специальностей
и направлений подготовки

Екатеринбург
Издательство Уральского университета
2018

УДК 621.37:378.096

ББК 32.8

Б70

Рецензенты:

Н. В. Будылдина, доцент, канд. техн. наук, зам. заведующего кафедрой ОПД Уральского технического института связи и информатики (филиал) Сибирского государственного университета телекоммуникаций и информатики УрТИСИ ГОУ ВПО «СибГУТИ»;

Г. В. Чирков, проф., д-р техн. наук (ООО «Прософт — Системы»)

Научный редактор — О. А. Гусев, заместитель директора ИРИТ-РТФ

Блохин, А. В.

Б70 У истоков изобретения радио : учебное пособие / А. В. Блохин. — 3-е изд., испр. и доп. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2018. — 176 с.

ISBN 978-5-7996-2356-2

Посвящается 125-летию изобретения радио А. С. Поповым и 160-летию со дня его рождения. Излагаются история изобретения радио, предвестники и технические возможности великого изобретения, первые шаги радиосвязи и становление отечественной радиотехнической промышленности. Издание предназначено для студентов радиотехнических специальностей как учебное пособие к курсам «Введение в специальность», «История и методология науки и техники», может быть полезно при профориентационной работе.

Библиогр.: 15 назв.

УДК 621.37:378.096

ББК 32.8

ISBN 978-5-7996-2356-2

© Уральский федеральный университет, 2013

© Уральский федеральный университет, 2016, с изм. и доп.

© Уральский федеральный университет, 2018, с изм. и доп.

Предисловие

В 2020 году исполнится 125 лет со дня возникновения самого быстрого и в большинстве случаев не знающего расстояний средства общения между людьми — радио. Начав с выполнения этой весьма важной, но все же ограниченной функции в человеческом обществе и значительно развив ее впоследствии, радиотехника в наше время превратилась в широчайшую техническую отрасль — радиоэлектронику, глубоко проникающую во многие другие области практической деятельности человека и ставшую средством познания мира.

Радио возникло из практической электротехники и из научных исследований по электромагнетизму. Поэтому ниже рассматриваются результаты исследований физиков и электриков XVIII и XIX веков, являющиеся, так или иначе, предшественниками изобретения радио, определяющие научные и технические возможности появления и осуществления великого изобретения.

Так, пособие, посвященное нашему знаменитому земляку А. С. Попову, изобретателю радио, может быть полезным при профориентационной работе среди школьников и абитуриентов.

Автор благодарен А. В. Аминеву и Я. Я. Кузнецову за помощь в подборке материала и подготовке его к публикации, а также О. А. Гусеву за научное редактирование данного учебного пособия.

Введение

С незапамятных времен человечество в своей практической коллективной деятельности стремилось использовать различные средства связи (способы передачи информации) между отдельными людьми или их группами. Первоначально эти средства основывались на применении таких физических явлений, как свет и звук, превращаемых в условные знаки, воспринимаемые нашими органами чувств — зрением и слухом. По мере развития техники к числу подобных физических посредников прибавилось электричество. Применение его для связи происходило вначале путем использования распространения электрического тока по металлическим проводам или через проводящую почву, далее — на основе электростатической или электромагнитной индукции, позже — по способу трансформации электрической энергии в световую (электросветовая сигнализация) и, наконец, при помощи электромагнитных колебаний.

«Быстрота, с которой распространяются свет, электричество, гальванизм и магнетизм, представлялись всегда как средства, чтобы передавать известия, которые бы требовалось сообщить с возможной поспешностью», — сказал в начале XIX столетия русский ученый П. Л. Шиллинг. Однако реализация указанной идеи оказалась не столь уж легким делом, как могло показаться вначале. Даже для создания первых электромагнитных проводных телеграфов потребовалось несколько десятков лет от первоначальных попыток подобного рода, не говоря уже о беспроводных электрических способах связи [1].

Решающим шагом, на долгие годы определившим весь дальнейший прогресс проводной электротелеграфии, а затем и радиотелеграфии, была

.....

разработка в 1828 г. упомянутым выше П. Л. Шиллингом первого телеграфного кода, впоследствии, в 1858 г., превращенного в так называемый «кабельный код», а также появление в 1844 г. кода Морзе, позже, в 1854 г., положенного в основу кода Европейского телеграфного союза. Наличие кодов было большим достижением человеческой мысли, исключавшим при создании радиосвязи необходимость поисков рациональных способов использования посылок электрической энергии для передачи информации по одному каналу.

Развитие проводной телеграфии повлияло на оформление техники связи без проводов и в другом отношении. Широкое использование в проводной телеграфии задолго до появления радио таких устройств, как реле, мультипликаторы, а также применение записи сигналов на ленту направляли мысль изобретателя на использование всего этого в схемах для приема и воспроизведения, передаваемых без проводов электрических посылок, и тем самым существенно облегчали создание индикаторных элементов будущих радиоприемников.

Проводная электросвязь, возникавшая намного раньше радиосвязи, не могла удовлетворить потребность людей в быстром общении между собой. Ее основные ограничения: необходимость сооружения дорогостоящих линий (наземных, подземных или подводных) и невозможность применения в движении — остаются неизменными и поныне. В связи с этим еще до изобретения радио делались попытки найти электрические способы связи на расстоянии без металлических проводов. Явление проводимости почвы и воды с этой целью пытались использовать: в 1838 г. К. Штейнгейль (1801–1870 гг.), в 1842 г. С. Морзе (1791–1872 гг.), в 1880 г. Д. Трубридж (1843–1923 гг.) и, наконец, в 1886–1887 гг. В. Прис (1834–1913 гг.). Принципы электростатической и электромагнитной индукции в своих опытах по связи применяли в 1879–1880 гг. Д. Юз (1831–1900 гг.), в 1885 г. Т. Эдисон (1847–1931 гг.) и в 90-х годах тот же В. Прис. Но малая дальность действия приборов, основанных на этих способах, весьма ограничила круг их практического использования (ведущий кабель в морской навигации, схемы подслушивания и ближней связи в армии) [2].

Электросветовая сигнализация прежде всего и больше других получила распространение на флоте. Уже в 1877 г. на Черном море будущим адмиралом С. О. Макаровым проводились опыты по осуществлению относительно дальней связи с помощью лучей прожектора, направляемых в небо. Таким способом удавалось иметь связь между Одессой и Очаковым на расстоянии 50 миль. В 1881 г. на Парижской электротехнической

выставке в числе флотских экспонатов был «сигнальный фонарь со свечой Яблочкова». В 1884 г. лейтенант Е. П. Тверитинов разработал и осуществил систему «дальней» сигнализации с помощью гирлянды из 40 электрических ламп накаливания, поднимаемой воздушным шаром на высоту 80–20 м. Видимость такого сигнального устройства достигала 30–35 км. Но все эти способы сигнализации и связи были ограничены сравнительно небольшими дальностями действия, и их надежность в сильной степени зависела от метеорологических условий.

К концу XIX столетия потребность в связи без проводов на больших расстояниях, не зависимой от погоды, стала совершенно очевидной: в ней в первую очередь нуждались военные флоты и мореплавание. И если в рассматриваемое время достаточно совершенные электрические методы связи в виде телеграфа и телефона могли удовлетворять потребности в быстрой и надежной связи на суше, то ничего подобного для морских условий тогда не существовало. Кроме того, в памяти еще были живы величайшие трудности и огромные затраты, связанные с прокладкой и эксплуатацией первых трансатлантических кабелей (1857–1866 гг.). Для крупных капиталистических стран была необходима также постоянная, надежная и быстродействующая связь с колониями и другими отдаленными от метрополий географическими пунктами, важными в политическом или военном отношении.

Как правило, первые шаги во вновь зарождающихся областях техники обычно связаны с предыдущими научными и техническими достижениями, относящимися иной раз к различным разделам человеческих знаний и практики. Однако в каждой технической области всегда можно найти определенную физическую основу. Такой основой для возможности появления радиотехники послужило электромагнитное поле.

Учение об этом поле, до того как оно нашло себе техническое применение, разрабатывалось многими выдающимися учеными на протяжении почти полувека. Еще в 1831 г. М. Фарадей (1791–1867 гг.) в своих «Экспериментальных исследованиях по электричеству» положил начало нашим представлениям о воздействии электрических токов, приводящих «находящуюся в непосредственной близости от них материю в некоторое особое состояние, которое до того было безразличным». Дж. Максвелл (1831–1879 гг.) в 1864 г. пришел к мысли о единстве природы световых и электрических колебаний и математически обосновал свои выводы в знаменитом «Трактате об электричестве и магнетизме», опубликованном в 1873 г. Генрих Герц (1857–1894 гг.) в 1886 г. подтвердил классически-

ми опытами правильность подобных взглядов. После этого правомерно было ожидать появления идей, направленных на практическое использование открытых явлений. Так оно и оказалось.

Видный русский физик О. Д. Хвольсон в работе «Опыты Герца и их значение», напечатанной в журнале «Электричество» в 1890 г., писал: «Опыты Герца пока кабинетные; но, что из них разовьется дальше и не представляют ли они зародыш новых отделов электротехники, этого решить в настоящее время невозможно». А редакция журнала к такому высказыванию ученого добавила: «Например, телеграфия без проводов наподобие оптической».

Английский ученый Вильям Крукс (1832–1919 гг.) в 1892 г., говоря о работах Лоджа в Англии и Герца в Германии, отмечал: «Здесь раскрывается поразительная возможность телеграфирования без проводов, телеграфных столбов, кабелей и всяких других дорогостоящих современных приспособлений».

Известный исследователь Никола Тесла (1856–1943 гг.) в докладе, прочитанном в 1893 г. в Национальной ассоциации электрического света в Сен-Луи, следующим образом выразился по поводу возможности радиотелеграфирования: «Я хочу сказать о передаче осмысленных сигналов, а может быть, даже и энергии, на любое расстояние совсем без помощи проводов. С каждым днем я все более убеждаюсь в практической осуществимости этого процесса, хотя я прекрасно знаю, что большинство ученых не верит в то, что подобные практические результаты могут быть быстро достигнуты; тем не менее, все считают, что работы последних лет могут стимулировать опыты в этом направлении. Мое убеждение установилось так прочно, что я рассматриваю этот проект передачи сигналов или энергии уже не просто как теоретическую возможность, а как серьезную задачу, которая ставится перед инженером-электриком и должна быть решена со дня на день» [3].

От идей, витавших тогда в воздухе, предстояло в самое ближайшее время перейти к конкретному решению назревшей задачи создания радиосвязи, которое надо было начинать с поиска необходимых для этого технических средств.

На первых порах в качестве исходных элементов для создания передающей и приемной частей радиолинии могли быть использованы хорошо известные уже до этого осциллятор (генератор колебаний) и резонатор Герца. Для начала работ в области радиосвязи первый из них был более или менее приемлем: в нем имелась возможность путем изменения длины искрового промежутка управлять мощностью колебаний, изменять их

частоту с помощью вариаций размеров вибраторов и осуществлять возбуждение и прекращение колебаний, применяя манипулятор, включенный в первичную обмотку катушки Румкорфа. Второй же прибор был приспособлен только для проведения лабораторных опытов. Он позволял судить о воздействии электромагнитного поля только путем наблюдения миниатюрной искры, проскакивающей в воздушном промежутке проволочного витка [4].

Таким образом, для решения задачи создания радиосвязи основное внимание изобретателей должно было направиться, в первую очередь, на разработку приемного устройства, на повышение его чувствительности для увеличения дальности передачи сигналов и на обеспечение их неискаженного воспроизведения, а также устойчивого функционирования всей схемы в целом.

Прежде всего, необходимо было обратиться к отысканию иного, во много раз более чувствительного реагента на электромагнитное поле, чем в резонаторе Герца. В литературе, вышедшей до 1895 г., таких реагентов было описано несколько. Но часть работ, опубликованных достаточно давно (в 1835–1885 гг.), вероятно, не привлекла внимания тех, кто экспериментировал с волнами Герца. А некоторые другие методы, хотя и были описаны позже, но оказались в свое время трудно реализуемыми. Поэтому исторически получилось так, что большинство исследователей волн Герца в своих опытах обратились к использованию проводимости металлических порошков, меняющейся под действием электромагнитных волн.

Указанное явление было подробно описано в 1890 г. и 1894 г. Э. Бранли (1846–1940 гг.). Популяризации этого метода особенно способствовало появление в печати доклада О. Лоджа (1851–1940 гг.) «Творение Герца», прочитанного в Британском королевском обществе 1 июня 1894 г. Таким образом, можно считать, что к концу 1894 г. в руках всех думавших над возможностью осуществления радиосвязи необходимый для этого чувствительный реагент был. Лодж назвал его когерером. Но в том виде, в каком этот прибор был им применен, регулярный прием радиосигналов оказывался невозможным. Надо было разработать включение когерера в схему так, чтобы он мог воспроизводить поступавшие в него сигналы без искажения и пропусков.

Когерер в наиболее простом оформлении, как известно, представлял собой стеклянную трубку с двумя противоположно размещенными электродами, между которыми находились металлические опилки. При воздействии на такой прибор высокочастотного электромагнитного поля или быстропеременного электрического тока проводимость прибора резко воз-

растала, но при устранении поля устройство в свое первоначальное состояние не возвращалось. Для того чтобы вернуть трубку с опилками в исходный режим, ее необходимо было встряхнуть. Зная это, Лодж использовал разные способы: постукивание, вибрации электрического звонка, помещенного на одной доске с трубкой, указывал на возможность применения для той же цели часового механизма и т. д. Но все эти воздействия были случайными, никак не согласованными с поступающими на когерер сигналами от передатчика. Именно поэтому приемник Лоджа и не был пригоден для радиосвязи.

Поскольку генератор Герца, питаемый от катушки Румкорфа, работал прерывистыми колебаниями, то естественным выходом из создавшегося положения могло служить встряхивание когерера после каждой серии таких колебаний. По этому единственно правильному пути и должны были пойти те, кто в то время искал способы создания системы радиосвязи. Но для того, чтобы прийти к этому решению, от исследователя требовались большая научная прозорливость и инженерное мышление. Введение в схему приемника синхронного встряхивателя в то время оказалось решающим звеном в цепи всех мероприятий, относящихся к изобретению связи без проводов.

Другой важной частью задачи практического воплощения идеи радиосвязи являлась разработка устройств, наилучшим образом излучающих электромагнитную энергию в окружающее пространство и извлекающих ее оттуда. Отыскание наиболее совершенных конструкций таких посредников между электромагнитным полем и аппаратурой было важно для увеличения дальности действия связи без проводов в такой же мере, как и повышение чувствительности приемника.

Идеи использования открытых (разомкнутых) колебательных систем (проводов) для улучшения условий излучения и приема электромагнитных волн высказывались некоторыми исследователями еще до изобретения радиосвязи. Принципиально эти мысли могли оказать существенное влияние на выбор способов увеличения дальности действия средств связи в период их зарождения и дальнейшего совершенствования.

В частности, О. Лодж и Д. Говард в статье, опубликованной в 1889 г., писали, «что для дальних передач линейный осциллятор является наилучшим», и поясняли: «грозовое облако и земля, соединенные громоотводом или линией пробоя, образуют линейный осциллятор; отсюда следует, что эффект излучения и индуцированные электрические колебания могут быть замечены на весьма значительном расстоянии от места вспышки молнии.

Возбуждая этот осциллятор очень большой индукционной катушкой, мы констатировали исключительно сильные электрические колебания во всех частях здания, причем электрические искры можно было получить от любой водопроводной трубы или какого-нибудь другого длинного изолированного или неизолированного проводника, а также от больших газовых подвесок и водопроводных кранов в здании путем простого прикосновения к ним перочинным ножом или каким-либо другим острием. Вблизи источника электрических возмущений везде легко можно было извлекать искры из проводников суставом пальца».

Здесь, как мы видим, кратко, но четко изложена вся принципиальная суть того метода излучения и приема радиоволн, который в дальнейшем на практике действительно стал неотъемлемой частью радиосвязи и ее отличительной чертой, сохранившейся поныне.

Другой исследователь, уже упоминавшийся нами, Никола Тесла, в докладе, сделанном в 1893 г. в Сен-Луи, в свою очередь, совершенно определенно изложил идею использования на передающем и приемном концах радиолинии заземленных линейных вибраторов с верхней разветвленной частью, правда, дав описанному способу передачи электромагнитной энергии не совсем верное по современным понятиям объяснение [5, 6].

Все сказанное свидетельствует о том, что ко времени изобретения радио идея использования линейных проводов в приемном или передающем устройствах или в том и другом одновременно уже была не нова и должна была в предложениях на систему радиосвязи найти свое практическое применение.

Технические элементы, являющиеся компонентами раннего радио, полностью заимствованы из использовавшихся в практической электротехнике или научных исследований по электромагнетизму. При этом их изобретение нельзя рассматривать в каком либо системном порядке, так как они появлялись в разное время, в разных странах и на разных континентах. Наиболее удобным является хронологическая последовательность их появления. Далее именно в таком порядке рассматриваются результаты исследований, определяющие технические возможности изобретения радио, а также усовершенствования первых радиотехнических устройств, примеры использования этих устройств для осуществления радиосвязи в русском военном флоте, в армии и применение радиосвязи для гражданских целей. Рассматривается также начало инженерно-технической подготовки специалистов по радиотехнике и становление отечественной радиопромышленности до начала Первой мировой войны.

ГЛАВА 1.

Технические возможности:
устройства и приборы предшественников радио,
имена и даты [13]

1.1. Питер ван Мушенбрук. Лейденская банка



П. Мушенбрук
(1692–1761 гг.)

(Википедия: URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki-Мушенбрук,_Питер_ван](https://ru.wikipedia.org/wiki/Мушенбрук,_Питер_ван))

Мушенбрук родился в Лейдене (Голландия) в 1692 г. в семье Яна Йостена ван Мушенбрука, который основал в Голландии производство специализированных научных приборов. Учился в университете г. Лейдена, где получил степень доктора медицины. В 1717 г. переехал в Лондон, познакомился с Ньютоном и учился у него. В 1740 г. занял кафедру философии в альма-матер университета г. Лейдена, где оставался до конца своей жизни, несмотря на приглашения, поступавшие из Дании, Англии, Пруссии, Испании и России. По наследству владел фирмой, поставляющей научные приборы в разные страны мира, в том числе и в Россию, Санкт-Петербург, где заказчиками были академия наук и частные лица.

Мушенбрук известен, прежде всего, своими работами по электричеству. Он обратил внимание на различный характер электризации стекла и янтаря, что способствовало открытию в 1733 г. Шарлем Дюфе «смоляного» и «стекольного» (положительного и отрицательного) электричества.

К числу наиболее известных изобретений Мушенбрука принадлежит «лейденская банка» — первый конденсатор (1746 г.). Имеет форму банки с широким горлом или же просто стеклянного цилиндра. Банка обклеена листовым оловом с наружи и внутри примерно до $2/3$ высоты и прикрыта деревянной крышкой, сквозь которую проходит проволока с цепочкой, часть которой лежит на дне банки, также обклееном оловом внутри и снаружи. Банка может не иметь внешней обкладки. В таком случае при заряде ее надо обхватывать ладонями. Такова и была банка в первоначальном виде, когда впервые удар от разряда банки испытал лейденский гражданин Кунеус. Для получения усиленного действия от банок Мушенбрук изготовил первую батарею из 3 банок. Гралат, Ватсон, Бевис и др. постепенно улучшили устройство лейденских банок и батарей. Действие лейденских банок то же самое, что и у электрического конденсатора.



Лейденская банка

(Growth Driver: URL: growth-driver.ruleydenskaya-banka-svoimi-rukami.php)

Питер ван Мушенбрук отрицал электрическую природу молнии, пересмотрев свои взгляды лишь после знаменитых опытов Франклина. Независимо от Мушенбрука несколько ранее принципы конденсатора были открыты померанским католическим дьяконом Эвальдом фон Клейстом, поэтому иногда лейденскую банку называют банкою Клейста. Это первый накопитель, запаасающий энергию электростатического заряда или поля.

1.2. Бенджамин Франклин. Молниеотвод



Б. Франклин
(1706–1790 гг.)
(Википедия: URL:
[https://ru.wikipedia.org-
wikiФранклин,_Бенджамин](https://ru.wikipedia.org/wiki/Франклин,_Бенджамин))

Американский государственный деятель и ученый Б. Франклин родился в Бостоне в 1706 г. Университетского образования он не имел, но много времени отдавал самообразованию. Самостоятельно изучил французский, итальянский языки и латынь. Заинтересовался явлениями электричества в 1746 г., когда в филадельфийскую библиотеку прислали «Электрическую трубку», дававшую при ее трении большой заряд.

Для проверки гипотезы об электрической природе молнии Франклин в 1752 г. провел свой знаменитый эксперимент с воздушным змеем, благодаря которому стал известен как ученый.

Эксперимент состоял в следующем. К воздушному змею был приспособлен шнурок, в который вплетена медная проволока. Это была антенна. Шнурок наматывался особым воротом, изолированным от земли. Ось ворота была соединена с кондуктором, откуда искры могли перескакивать через воздушный промежуток в металлический шар, соединенный с землей. Франклин и его коллеги наблюдали искру в воздушном промежутке между антенной и заземлением. Таким образом, была доказана электрическая природа молнии. Этот опыт произвел сенсацию и стимулировал развитие электрических исследований.

Идея о молниеотводе появилась у Франклина вместе с гипотезой об электрическом происхождении молний еще в 1748 г. В работе «Взгляды и предположения касательно свойств и действий электрической субстанции...» (1749 г.) он описал возможную конструкцию молниеотвода: «...не могут ли сведения об этой силе заостренных предметов принести пользу человечеству в деле спасения домов, храмов, кораблей и т. п. от удара молний, побудив нас устанавливать на самых высоких местах этих зданий вертикальные железные прутки, заостренные как иглы, а от их основания опускать вниз проволоку снаружи здания до земли, или по борту корабля до земли? Не отведут ли острия электрический огонь из тучи тихо, и тем самым, не спасут ли они нас от самого внезапного и ужасного зла?».

Экспериментальным прототипом изобретения молниеотвода для Франклина являлся католический собор в Филадельфии, построенный в готическом стиле и имеющий металлическое покрытие верхнего остроконечного шпиля и металлический каркас, уходящий до земли.

Б. Франклин — автор общей теории электрических явлений и связанной с ней новой терминологией (понятия положительного и отрицательного электричества, проводника, батареи и т. п.). Франклин объяснил действие лейденской банки и роль диэлектриков.

1.3. Георг Вильгельм Рихман. Исследования атмосферного электричества



Г. Рихман
(1711–1753 гг.)
(Википедия: URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Рихман,_Георг_Вильгельм)

Г. В. Рихман — русский физик 1711 г. рождения, с 1741 г. являлся профессором Санкт-Петербургской академии. Рихман совместно с М. В. Ломоносовым активно занимался изучением атмосферного электричества. Кстати, Ломоносов в тандеме ученых сначала играл не первую роль, так как кабинетом физики заведовал Рихман, оборудовавший все по последнему слову техники того времени. В его распоряжении было целое собрание электрических машин (похожих на сегодняшнюю школьную электростатическую машину), многие выполнены первооткрывателем лейденской банки Мушенбруком. Рихман изобрел электрометр — прибор, позволяющий измерить силу электрического заряда. К проведению экспериментов с атмосферным электричеством ученых подтолкнула публикация научного труда Б. Франклина. Ломоносов и Рихман решают

повторить опыты Франклина и углубить их. Рихману, кроме того, не терпелось приспособить свой электрометр к измерению электрической силы молнии. 6 сентября 1753 г. во время сильной грозы Рихман наконец получил возможность испытать свой прибор. Он представлял собой следующее. Выведенный на крышу железный прут с проволокой (антенна),

вместо разрядника Рихман включил конденсатор (лейденская банка), а параллельно конденсатору — электрометр. Заземлением служил железный лист, на котором стоял стол с прибором. Когда Рихман находился вблизи своего электрометра, в лоб ему ударил голубоватый огненный шар.



Гибель Рихмана

(Академик: URL: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/frwiki349210>)

По словам Ломоносова, ученый пострадал от шаровой молнии, проникшей в здание с улицы.



М. В. Ломоносов
(1711–1765 гг.)

(ФБ.ру: URL: <https://mylove.rugroups...neizvestniy-lo-monosov-interesnie-fak-ti-iz-jizni>)

Ломоносов, проводивший в это время у себя дома тот же опыт на таком же аппарате, был в момент удара молнии отвлечен от опыта домашними делами, поэтому не пострадал.

Смерть Рихмана подтолкнула к поиску защиты от молний и разработке мер безопасности при работе с электричеством. Особенностью же прибора Рихмана являлось то, что в качестве индикатора, в отличие от опыта Франклина, выступал первый в мире электроизмерительный прибор экспериментального наблюдения — электрометр, который в отличие от уже использовавшегося электроскопа, был «снабжен деревянным квадрантом с градусной шкалой для измерения степени электричества».

На основе проведенных опытов в конце 1753 г. в виде доклада в академии Ломоносовым

была представлена теория атмосферного электричества, которая в полной мере соответствует современным взглядам.

1.4. Луиджи Гальвани. Теория «животного электричества»

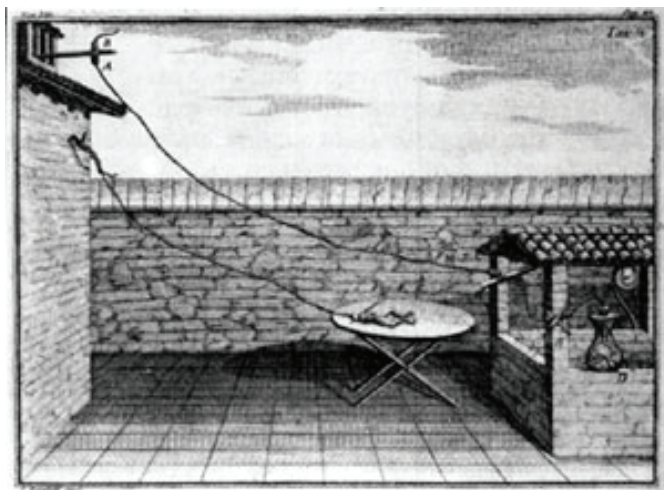


Л. Гальвани
(1737–1798 гг.)
(Википедия: URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Georg_Druschetzky)

Л. Гальвани — итальянский, врач, физиолог и физик, один из основателей электрофизиологии и учения об электричестве. Родился в Болонье. Окончил Болонский университет, в котором и работал.

В 1791 г. в «Трактате о силах электричества при мышечном движении» было описано сделанное Гальвани знаменитое открытие. Сами явления, открытые Гальвани, долгое время в учебниках и научных статьях назывались «гальванизмом». Этот термин до сих пор сохраняется в названиях некоторых аппаратов и процессов.

Сущность открытия состояла в явлении сокращения мышц препарированной лягушки (т. е. отрезанной лапки лягушки) под действием электрического тока. В качестве источника электричества Гальвани использовал атмосферное электричество или электрофорную машину. Схема, которую использовал Гальвани, состояла из антенны — длинного провода, выведенного на крышу здания, мышцы препарированной лягушки и заземления — провода, соединяющего мышцу с водой в колодце. При грозовых разрядах мышца лягушки начинала сокращаться. Это была схема приемника электромагнитных колебаний с биологическим индикатором-детектором. Вскоре Гальвани обнаружил, что мышцы лягушки сокращаются и в отсутствии внешнего источника тока, при простом наложении на них двух разных металлов, соединенных проводником. Гальвани объяснил это явление существованием «животного электричества», благодаря которому мышцы заряжаются подобно лейденской банке. Проверить это явление решил известный физик А. Вольта, имевший все существующие в то время электротехнические средства.



Опыт Л. Гальвани. Гравюра 1791 г.

(Аккумуляторы, батарейки и другие источники питания: URL: www.powerinfo.rugalvani.php)

Основы гальванотехники были заложены Гальвани более 200 лет назад. Он исследовал преобразование химической энергии в электрическую энергию (аккумуляторы, батареи). Обратное преобразование, описанных

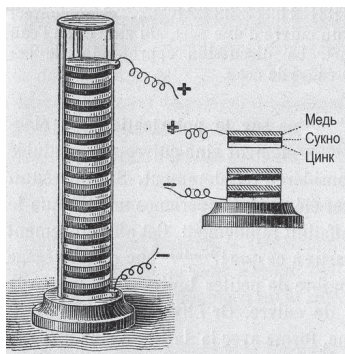
Гальвани процессов — это электролиз, т. е. превращение электрической энергии в химическую, или форсирование химических реакций электрическим током. Воздействие электрического тока на электролиты вызывает химическую реакцию, которая приводит к тому, что один из электродов покрывается тонким слоем металла. В память о Луиджи Гальвани этот процесс называют «гальванизацией».

1.5. Алессандро Вольта. Вольтов столб

Итальянский физик Алессандро Джузеппе Антонио Анастасио Джероламо Умберто Вольта родился в 1745 г. в городке Комо близ Милана. Учился в школе в Комо, где проявил интерес к естественным наукам. Работы Вольта посвящены электричеству, химии и физиологии. Вольта изобрел ряд электрических приборов (электрофор, электрометр, конденсатор, электроскоп и др.).



А. Вольта
(1745–1827 гг.)
(Дилетант: URL: diletant.mediaarticles27933745)



Вольтов столб
(Трешбокс.ру: URL: <https://trashbox.rutopics57310kaketorabotaet-batareya-akkumulyator>)

В 1792–1794 гг. Вольта заинтересовался «животным электричеством», открытым Л. Гальвани. Провел ряд опытов, повторяя эксперименты Гальвани, показал, что наблюдаемые явления связаны с наличием замкнутой цепи, состоящей из двух разнородных металлов и жидкости. Проведя опыты с разными парами электродов, Вольта установил, что чем дальше отстоят друг от друга два металла в следующем ряду: цинк, олово, свинец, железо, латунь и т. д. до серебра, ртути, графита, тем сильнее физиологическое раздражение нервов. Этот знаменитый ряд напряжений (активностей), открытый Вольта, и составил ядро эффекта. Мышца лягушки была лишь пассивным, хотя и очень чувствительным электрометром, а активными звеньями цепи являлись металлы.

Продолжая опыты, в 1800 г. Вольта изобрел первый в истории источник постоянного напряжения и тока — вольтов столб, по непонятной причине чаще называемый гальваническим элементом, состоящий из 20 пар кружочков из двух разных металлов, разделенных смоченными соленой водой или раствором щелочи прослойками из ткани или бумаги.

Вольтов столб возвестил о наступлении новой эпохи — эпохи электричества. Изобретение вольтова столба принесло Вольту всемирную славу и оказало огромное влияние на развитие науки об электричестве. Именем

Вольта названа единица напряжения — вольт.

Открытия Гальвани и Вольта побудили русского ученого электротехника Василия Владимировича Петрова (1761–1834 гг.) провести серию самостоятельных оригинальных опытов. В 1802 г. выдающимся успехом стало открытие В. В. Петровым явления электрической дуги и доказательство возможности ее практического применения для освещения, плавки, сварки металлов и восстановления их из руд. Для этого он использовал большую гальваническую батарею, состоящую из 2100 медно-цинковых элементов

с напряжением 1700 В, а чуть позже соорудил батарею из 4200 медных и цинковых кружочков с прокладками из картона, пропитанными электролитом, с напряжением 3400 В. Общая длина этой батареи составляла 12,2 метра. В 1803 г. Петров издал свой труд под названием «Известия о гальвани-вольтовых опытах». Это была первая публикация на русском языке по гальванизму. В. В. Петров — первый русский электротехник. К сожалению, работы Петрова остались неизвестными на западе, так как он писал на русском языке, а западные публикации выходили на английском языке, либо на латыни.



Предполагаемый портрет
В. В. Петрова
(Мир сварки: URL: weldworld.rutheoryhistorypetrov-vasiliy-vladimirovich.html)

1.6. Ханс Кристиан Эрстед.

Связь электрических и магнитных явлений



Х. Эрстед
(1777–1851 гг.)
(Интернет-обозрение Главное: URL: <https://glavnoe.ua/news/106515>)

Х. К. Эрстед родился в 1777 г. в городе Рудкебинг (Дания). Его отец был бедным аптекарем. Эрстед получил частное образование. С 12 лет помогает отцу в аптеке, где заинтересовался естественными науками. В 1795 г. поступил в Копенгагенский университет и заканчивает его, получив звание фармацевта высшей ступени. Преподавал в университете физику и химию — фундаментальные науки для естествоиспытателя. В 1801 г. защитил докторскую диссертацию и отправился на стажировку во Францию, Германию, Голландию.

В 1819 г. в Копенгагенском университете состоялась лекция Эрстеда с демонстрацией опыта: под воздействием проводника с током магнитная стрелка компаса стала отклоняться.

Это первое наглядное подтверждение существования прямой связи между электричеством и магнетизмом: магнитные силовые линии окружают

проводник с током или электрический ток является вихрем магнитного поля. Именем Эрстеда названа единица измерения напряженности магнитного поля — эрстед.

1.7. Майкл Фарадей. Электромагнитная индукция



М. Фарадей
(1791–1867 гг.)
(Википедия: URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Фарадей,_Майкл)

М. Фарадей родился в 1791 г. в поселке Нью-ингтон близ Лондона в бедной семье кузнеца. Не сумел получить систематическое образование, но рано проявил любознательность и страсть к самообразованию. При содействии знаменитого физика Гемфри Деви Фарадей был принят лаборантом Королевского института, а потом ассистентом. С 1815 г. он приступил к экспериментальной работе. С 1820 г. Фарадея увлекла проблема исследования связей между электричеством и магнетизмом. Он ставил задачу «превратить магнетизм в электричество». Но только в 1831 г. Фарадей нашел, наконец, решение проблемы, открыв электромагнитную индукцию. С этого момента трудности на пути внедрения электрической энергии стали чисто техническими, так как инженеры и физики занялись конструированием все более совершенных электрических устройств. Так, генератор переменного тока Ипполита Пикси появился еще при жизни Фарадея (1832 г.). Таким образом, Фарадей открыл третий вид проявления электрической энергии — индукционное электричество (после статического и гальванического электричества). Показав с помощью экспериментов то, что только переменный магнитный поток создает электрический ток и наоборот изменяющийся электрический ток создает магнитное поле, Фарадей предсказал явление электромагнитных волн, распространяющихся подобно волнам в воде от брошенного камня.

1.8. Павел Львович Шиллинг. Первый электромагнитный телеграф



П. Шиллинг
(1786–1837 гг.)

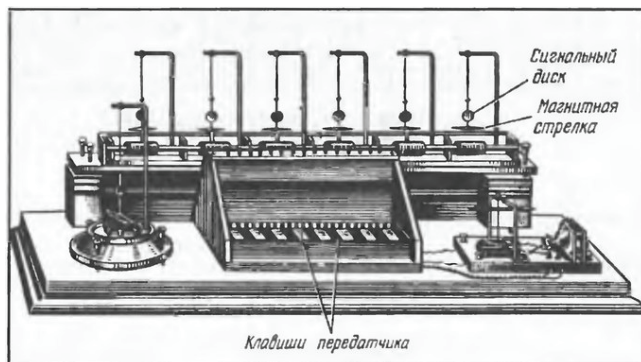
(Инвентор: URL: www.inventor.perm.rupersonsinventor_shilling.htm)

П. Л. Шиллинг — русский дипломат, изобретатель, электротехник. После окончания кадетского корпуса был принят на службу в коллегию иностранных дел, член-корреспондент Петербургской академии наук. Участник войны 1812 г.

В 1832 г. установил в Петербурге при помощи механика И. А. Швейкина первый в истории электромагнитный телеграф. Прибор, созданный Шиллингом, имел стрелочную индикацию передаваемых по электрическим проводам сигналов, которые легко расшифровывались в буквы оператором приемного телеграфного аппарата.

Хорошее знание языков и систем шифрования позволили Шиллингу создать для телеграфных целей специальный 6-значный код. Этот код и определял количество стрелочных индикаторов в его телеграфной системе.

Позже Шиллинг создал и однострелочный двухпроводной телеграф с двоичной системой кодирования сигналов.



Телеграфный аппарат Шиллинга
(BIS Journal. URL: <https://journal.ib-bank.rupub35>)

Успешные испытания аппарата способствовали в 1836 г. постройке подземной телеграфной линии между крайними помещениями Главного Ад-

миралтейства. В 1837 г. Шиллинг на основании «высочайшего повеления» получил предписание построить линию электрического телеграфа между Санкт-Петербургом и Кронштадтом. Однако внезапная смерть помешала осуществлению этого проекта.

В 1839 г. были построены телеграфные линии: Зимний дворец — здание Главного штаба, Петербург — Царское село, Петербург — Москва (1852 г.).

1.9. Борис Семенович Якоби.

Телеграфный аппарат, печатающий буквы



Б. С. Якоби
(1801–1874 гг.)

(Виртуальный компьютерный музей. URL: www.computer-museum.ru/connect/yakobi.htm)

Б. С. Якоби — немецкий и русский физик-изобретатель. Родился в состоятельной семье. Его отец был личным банкиром короля Пруссии Фридриха Вильгельма III. Учился сначала в Берлинском, а затем в Геттингенском университетах.

В 1834 г. в Кенигсберге увлечения Якоби физикой приводят к серьезному изобретению — первому в мире электродвигателю с непосредственным вращением рабочего вала. Двигатель постоянного тока мощностью 15 Вт с частотой вращения вала 80–120 оборотов в минуту.

Наиболее значительных успехов Якоби достиг в области телеграфии. Он сконструировал телеграфный аппарат синхронного действия с непосредственной индикацией в приемнике передаваемых букв и цифр и первый в мире буквопечатающий аппарат (1850 г.). После смерти Шиллинга руководил строительством телеграфных линий между Санкт-Петербургом и Царским селом, а также оборудованием их телеграфными аппаратами. Якоби предложил и построил около десяти конструкций телеграфных аппаратов.

Многое сделал ученый и для отечественного электротехнического оборудования. Он построил ряд электротехнических приборов: вольтметр, проволочный эталон сопротивления, несколько конструкций гальванометров, регулятор сопротивления.

Большое значение для России имели труды Якоби, касающиеся организации электротехнического образования. В начале 1840-х годов он составил и прочитал первые курсы прикладной электротехники, подготовил программу теоретических и практических занятий.

1.10. Джозеф Генри. Электромагнитное реле



Д. Генри
(1797–1878 гг.)
(Википедия: URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Генри,_Джозеф)

Д. Генри родился в 1797 г. в городке Олбани (штат Нью-Йорк) в бедной семье. Обучался в академии Олбани. Любопытство к земному магнетизму привело его к экспериментам с магнетизмом в целом. Он первым применил новую технологию создания электромагнита с использованием обмоток с изолированным проводом, намотанным на железный сердечник. Сумел создать «силовые» электромагниты с подъемной силой до 325 кг при собственном весе магнита 10 кг.

В 1835 г. Генри изобрел электромагнитное реле в таком виде, как мы используем этот элемент сейчас. К числу изобретений Генри относится и изобретение электромагнитного телеграфа, работавшего на территории Принстонского колледжа и передававшего сигналы на расстояние в одну милю. Этим изобретением он опередил Морзе на 6 лет.

Создавая магниты, Генри открыл новое явление — самоиндукцию. Независимо от Фарадея обнаружил взаимоиндукцию, но Фарадей раньше опубликовал свои результаты.

Работы Генри по электромагнитным реле были основой для электрического телеграфа, изобретенного Морзе и Уинстоном независимо от самого Генри.

В 1840 г. Генри показал, что разряд конденсатора имеет колебательный характер, что позволяет получить колебания с высокими частотами.

Генри одним из первых отказался от «физиологического» детектора Гальвани и применил свой приемник электромагнитных колебаний. Его

детектор представлял собой катушку с расположенными внутри ее иглами. Прием фиксировался по магнитному действию поля катушки на иглы. В 1842 г. Генри сообщил, что сигналы от электрофорной машины с излучающим проводом-антенной принимались им в здании на расстоянии 10 м через два межэтажных перекрытия. При подключении к приемнику антенны в виде провода и заземления им был получен прием излучений от отдаленных грозových разрядов.

1.11. Сэмюэль Финли Бриз Морзе. Электромагнитный пишущий аппарат и код Морзе



С. Морзе
(1791–1872 гг.)
(Литературно-исторические
заметки юного техника: URL:
ptiburdukov.ru. Справочник-
БиографииМорзе_Сэмюэль)

С. Морзе — американский изобретатель и художник. Родился в 1791 г. в городе Чарлзтон штата Массачусетс в богатой американской семье. Отец его был известным географом и священником. В Йельском колледже, где он учился, его привлекли лекции по электричеству.

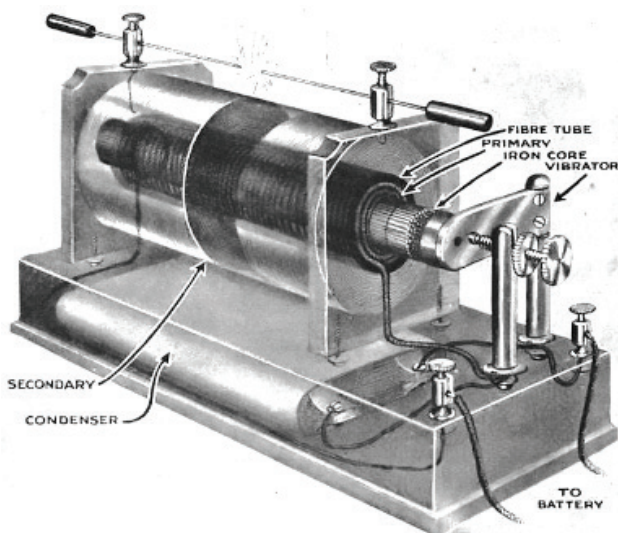
В 1837 г. он построил свой телеграф и разработал предложенную им систему передачи букв и цифр точками и тире, известную во всем мире как код Морзе. С помощью кода Морзе осуществлялось кодирование и декодирование информации при передаче ее по проводной линии. Газеты, железные дороги и банки быстро нашли применение его телеграфу. Телеграфные линии моментально оплели весь мир.

1.12. Генрих Даниэль Румкорф. Катушка Румкорфа

Г. Д. Румкорф родился в Ганновере в 1803 г. В 1840 г. основал механическую мастерскую и магазин, которые имели хорошую репутацию из-за высокого качества электрических приборов.



Г. Румкорф
(1803–1877 гг.)
(Сокровища российских музеев: URL: eor13-2.cajt.rueor13-2-4c022_021data036.htm)



Катушка Румкорфа (Википедия: URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Катушка_Румкорфа)

Румкорф приобрел широкую известность благодаря изобретению устройства индукционного аппарата, нынче повсюду употребляемого под названием катушки Румкорфа — устройства для получения импульсов высокого напряжения. Запатентовал это устройство в 1851 г.

Во всех устройствах раннего радио в опытах Герца, Эдисона, Лоджа, Хьюза, Попова, Маркони и других исследователей в качестве источника электромагнитных колебаний использовалась катушка Румкорфа с прерывателем в первичной цепи.

1.13. Махлон Лумис. Первая в истории радиопередача

М. Лумис родился в 1826 г. в городе Оппенхем близ Нью-Йорка в семье профессора Н. Лумиса. Интерес к электрическим явлениям появился у М. Лумиса в 1860 г., когда ему исполнилось 34 года. Предметом его исследований были сначала электрические разряды в верхних слоях атмосферы. Эксперименты с длинными проводами, поднятыми с помощью воздушных змеев на большую высоту, натолкнули его на мысль о возможности создания беспроволочного телеграфа, так как, по его наблюдениям, провод, поднятый вверх, вызывает изменение тока в другом проводе, также



М. Лумис
(1826–1886 гг.)
(Википедия: URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Лумис,_Малон)

поднятом вверх и находящимся на некотором расстоянии от первого.

В 1868 г., когда Попову было 9 лет, а Маркони еще не родился, Лумис демонстрировал группе американских конгрессменов и ученых работу беспроводной линии на расстоянии 22 км. Воздушные змеи поднимали провода на высоту 190 м. На приемной стороне в провод был включен гальванометр. Когда на передающей стороне провод соединялся с землей, ток в приемном проводе резко менялся, вызывая отклонение стрелки гальванометра. Работу системы Лумис объяснял распространением радиоволн вдоль поверхности Земли, что поразительно. Ведь только через 19 лет были проведены опыты Герца, доказавшие реальность существования радиоволн. В 1872 г. Лумис получил патент на систему беспроводного теле-

графа. Однако его идеи и технические новинки не были поддержаны, хотя он обращался за поддержкой в Сенат США. Через 23 года состоялась демонстрация другого устройства — радио, изобретенного преподавателем физики А. С. Поповым. Однако достижения Лумиса трудно переоценить.

1.14. Элиу Томсон. Формула Томсона. Беспроводная передача и прием сигналов

Э. Томсон родился в 1853 г. в британском Манчестере. Затем семья переехала в Филадельфию (Америка), где он закончил среднюю школу и преподавал в ней. С 1873 г. стал проводить исследования в области электротехники.

Томсон является автором известной формулы, названной его именем, определяющей резонансную частоту колебательного контура, состоящего из катушки индуктивности и конденсатора:

$$\omega_p = \frac{1}{\sqrt{LC}}.$$

В 1875 г. профессор Томсон провел и в начале 1876 г. описал в журнале Франклинского института эксперименты с передачей сигналов внутри здания на расстоянии 25 метров. Передатчиком служила катушка Румкорфа с искровым разрядником. Детектор (индикатор) волн представлял собой стержень с искровым промежутком. При включении передатчика в искровом промежутке приемника проскакивали искры. Впоследствии подобная схема была применена и описана в 1889 г. Герцем. Для удобства наблюдения искровой разрядник приемника был защищен от света корпусом с линзовым окуляром. Конструкция этого приемника была разработана Т. Эдисоном.



Э. Томсон
(1853–1937 гг.)

(Википедия: URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Томсон,_Элиу)

1.15. Дэвид Эдвард Хьюз.

Буквопечатающий телеграфный аппарат. Микрофон



Д. Хьюз
(1831–1900 гг.)

(Encyclopaedia Britannica:
URL: <https://www.britannica.com...images-videos>)

Известный английский инженер и изобретатель Д. Э. Хьюз родился в 1831 г. в семье музыкантов. С 1853 г. Хьюз работал над изобретением буквопечатающего телеграфного аппарата, запатентованного в 1856 г. В этом же году аппарат Хьюза был применен для связи Ворчестера и Спрингфилда в Массачусетсе. В 1860-х годах аппарат Хьюза получил широкое распространение по всей Европе.

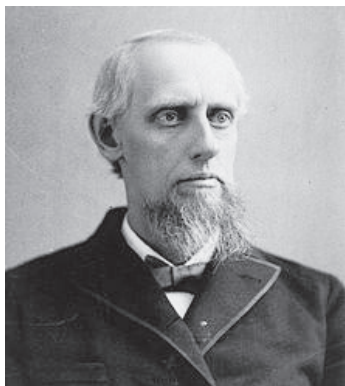
В 1877 г. Хьюзом был изобретен угольный микрофон, который впоследствии был доработан Эдисоном и в таком виде дошел до наших дней.

Д. Э. Хьюз в 1879 и 1880 годах демонстрировал ряду ученых опыт передачи сигнала без проводов на расстоянии до сотен метров. Передатчиком служила катушка Румкорфа.

В приемнике изобретенный им микрофон использовался как детектор радиоволн. Сигналы воспроизводились с помощью телефона. В опыте участвовали английские физики У. Прис, У. Крукс, Дж. Стокс, Т. Хасли и др.

1.16. Амос Эмерсон Долбер.

Беспроводной телеграф. Передача речи по эфиру



А. Долбер
(1837–1910 гг.)
(Википедия: URL: [https://
ru.wikipedia.org/wiki/Лукач,_
Дьердь](https://ru.wikipedia.org/wiki/Лукач,_Дьердь))

А. Долбер заложил основу для свершения великих открытий в истории США, но несмотря на это его труды так и не получили должного признания. Долбер раньше А. Белла изобрел телефон. Раньше Попова и Маркони запатентовал беспроводной телеграф. Тем не менее большинство ученых до сих пор пренебрегают вкладом Долбера в изобретение этих устройств.

В 1882 г. А. Долбер проводил опыты беспроводного телеграфирования. В передатчике с катушкой Румкорфа он применил вертикальную антенну (патент на беспроводный телеграф США № 350.299 от 24.03.1882 г.). Дальность телеграфной связи достигала 20 км.

Помимо телеграфирования Долбер проводил опыты беспроводной передачи речи. Для этого первичную обмотку катушки Румкорфа он питал от микрофона. Прием, хотя и с искажениями, был в этих опытах достигнут на расстоянии 1 км. Приемником служил изобретенный им же «электростатический телефон». Устройство представляло собой конденсатор с двумя круглыми металлическими пластинами 6 см в диаметре и с воздушной прослойкой. Когда на пластины подавался сигнал, то одна из них, гибкая, играющая роль мембраны, формировала звук.

1.17. Томас Альва Эдисон.

Переносной приемник электромагнитных колебаний



Т. Эдисон
(1847–1931 гг.)
(Образовательный портал «Физ/мат класс»:
URL: fmclass.rumath.phpid=48413e4517487)

Т. А. Эдисон родился 11 февраля 1847 г. в маленьком городке Милане, штат Огайо. Игрушки и детские развлечения не привлекали мальчика, а его отец говорил: «Томас не знал детских игр, его забавами были паровые машины и механические поделки».

Все свое первоначальное образование Томас получил от матери, опытной учительницы. Она не только дала ему основательное элементарное образование, но и развила в нем настоящую любовь к знаниям, то стремление учиться ради него самого, которое отличало мальчика с десятилетнего возраста. Таким образом, величайший и всемирно известный американский ученый — изобретатель XX века Томас Эдисон даже не имел формального образования, что совершенно не огорчало его.

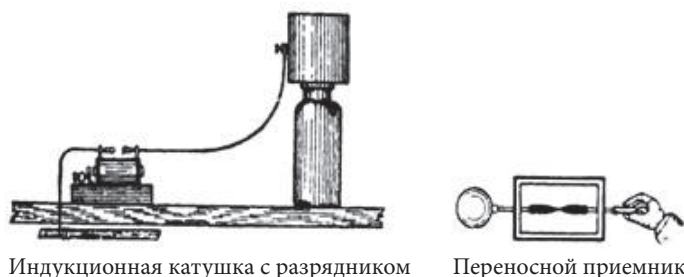
За свою жизнь Эдисон получил 1093 патента в США. Если разделить это число на количество лет работы ученого, то получится в среднем 1,5 патента в месяц. Кроме этого, у него есть еще около 3 тысяч патентов по всему миру. Стоимость всех его компаний на то время оценивалась в 15 млрд долларов. Созданная им компания «Дженерал Электрик» и сегодня является одной из крупнейших компаний мира.

Эдисон усовершенствовал телеграф, телефон, киноаппаратуру, разработал один из первых коммерчески успешных вариантов электрической лампы накаливания, изобрел фонограф. Именно он предложил использовать в начале телефонного разговора слово «алло».

Разрабатывая разные системы телеграфов и изучая их особенности, Эдисон понимал, сколько трудностей в экономическом и эксплуатационном отношении создает линия связи. Его всегда интересовала проблема дистанционного эффекта посредством индукционного взаимодействия не связанных между собой контуров. Он начал ею заниматься в 1875 г., когда остались позади его трудоемкие работы по квадруплексной телегра-

фии. Можно понять логику прихода Эдисона к этой проблеме. Если квадруплексная телеграфия позволила значительно экономнее использовать однопроводную линию, то нахождение применимого на практике метода телеграфирования без проводов имело бы громадное значение. К различным методам разрешения этой проблемы Эдисон неоднократно возвращался в 80-х и 90-х годах. Уже в 1875 г. он предсказал, что в будущем связь будет осуществляться без такой «обузы», как провода.

В 1876 г. Эдисон сконструировал первый в мире переносной приемник электромагнитных колебаний и тем самым доказал возможность беспроводной передачи электрической энергии.



Переносной приемник Эдисона

(Наука и Образование: URL: technomag.bmstu.rudoc282286.html)

Передатчиком была катушка с разрядником, а приемником коробка с двумя металлическими стержнями и регулируемым промежутком между ними. Искорка между остриями стержней, возникающая при разряде индукционной катушки, наблюдалась на расстоянии около 30 м.

Приемник использовался для демонстрации возможности передачи электрической энергии через пространство без помощи проводов. О применении приемника для передачи информации у Эдисона не возникло никаких мыслей. Его представления о физике обнаруженного явления были тоже не совсем ясными, так как электромагнитные колебания (радиоволны) еще не были открыты.

1.18. Джеймс Клерк Максвелл.

Предсказание электромагнитных волн



Д. Максвелл
(1831–1879 гг.)

(Публичная Библиотека:
URL: [publ.lib.ru/ARCHIVESM-
MAKSVELL_Djems..._
Maksvell_Dj.K..html](http://publ.lib.ru/ARCHIVES/M/MAKSVELL_Djems..._Maksvell_Dj.K..html))

Британский физик, математик и механик Д. Максвелл родился в 1831 г. в Эдинбурге (Шотландия), закончил Эдинбургский университет. Максвелл заложил основы современной классической электродинамики (уравнения Максвелла), ввел в физику понятия тока смещения и электромагнитного поля, получив ряд следствий из своей теории (предсказание электромагнитных волн, электромагнитной природы света, давление света и др.).

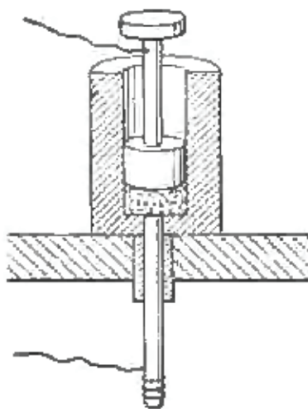
Под влиянием идей Фарадея и Томсона Максвелл пришел к выводу, что магнетизм имеет вихревую природу. Ученый придумал правило буравчика, связывающее направление тока и магнитного поля, обосновал ток смещения. Ток смещения привел к уравнению непрерывности для электрического заряда, то есть к представлению о незамкнутых токах (ранее все токи считались замкнутыми).

В 1873 г. вышел труд Максвелла «Трактат об электричестве и магнетизме». В трактате содержались основные уравнения электромагнитного поля, ныне известные как уравнения Максвелла. Они были представлены в не слишком удобной форме (через скалярный и векторный потенциалы) и их было много — двенадцать. Впоследствии Герц и Хевисайд переписали их через векторы электрического и магнитного поля, получив в итоге четыре уравнения. Следствием этих уравнений стало предсказание существования электромагнитных волн, открытых Герцем в 1886–1888 годах.

1.19. Эдуард Бранли. Когерер



Э. Бранли
(1844–1940 гг.)
(Peoples.ru: URL: www.peoples.runamename-en-edouard.html)



Когерер Бранли

Родился Э. Бранли в 1844 г. в Амьене (Франция). В 1868 г. успешно закончил известную Высшую нормальную школу. В 1873 г. Бранли получил степень доктора наук, в 1882 г. — степень доктора медицины. В период с 1875-го по 1897 гг. он занимал пост профессора физики, с 1897 по 1916 гг. — профессора медицины.

Самое известное свое творение — когерер — Бранли разработал в 1890 г. Устройство было построено на основе открытий, сделанных Темистокле Кальцекки-Онести. Этот итальянский физик еще в 1884 г. показал, что металлические опилки в трубке из изолирующего материала с двумя подключенными электродами могут под воздействием внешнего сигнала проводить электроток. В ходе дальнейших исследований стало ясно, что обычно обладающие сравнительно большим сопротивлением опилки под внешним сигналом в сопротивлении изрядно теряют. Вернуть былое сопротивление опилкам могло элементарное физическое воздействие (встряхивание). Вскоре эффект удалось объяснить — основное сопротивление опилкам обеспечивал покрывавший их тонкий слой окисла. Сигнал правильной мощности пленку окисла разрушал, тем самым оставляя в трубке вполне проводящий металл и повышая проводимость конструкции в целом. Когерер Бранли оказал-

ся чрезвычайно полезным при детектировании радиоволн, сам термин «радио», кстати говоря, приписывают также Бранли. Впоследствии в своих радиоприемниках когерер использовали О. Лодж, А. Попов и Г. Маркони.

Первую модель «радиопроводника» («радиокондуктора») Бранли продемонстрировал в 1890 г, сам термин «когерер» предложен был в 1893 году О. Лоджем. На основе изобретенного им когерера Бранли сконструиро-

вал и построил приемник электромагнитных колебаний. Собранную схему он поместил в замкнутый металлический ящик с небольшим отверстием для выхода проволочной антенны. Даже без применения каких-либо антенных устройств, нулевой стрелочный индикатор реагировал на разряды индукционной катушки Румкорфа на расстоянии более 20 м, через три большие комнаты.

При ручном встряхивании радиокондуктора стрелка прибора возвращалась в нулевое положение, и цикл повторялся. Бранли установил, что изменение длины проволоки, выходящей из экранированного ящика, отражается на дальности индикации электромагнитных колебаний. Кроме того, он исследовал влияние экранирования на работу прибора.

Однако приемник электромагнитных колебаний Бранли радиоприемником не являлся — он не мог снимать информацию во времени, у него в конструкции не было устройства, способного обеспечить процесс, то есть у когерера не было встряхивателя.

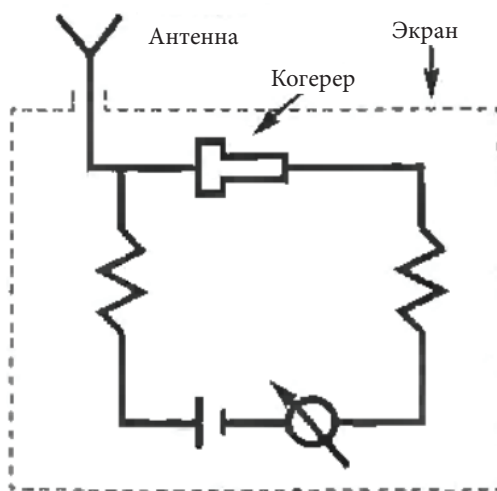


Схема приемника Э. Бранли

Лодж также сумел построить на основе когерера действующий приемник (добавив «декогерер», обеспечивающий когереру необходимое встряхивание). Позже работы Лоджа продолжили и развили А. Попов и Г. Маркони.

За свои исследования Бранли трижды номинировался на Нобелевскую премию, но так ее и не получил. Когерер Бранли использовался во всех устройствах телеграфирования без проводов до 1907 г., когда был изобретен кристаллический детектор.

1.20. Вильям Джозеф Крукс.

Гипотетическая классификация составляющих устройств передачи и приема информации в радио



В. Крукс
(1832–1919 гг.)

(Кафедра физической и коллоидной химии имени профессора В. А. Когана: URL: www.physchem.chimfak.rsu.ruSourceHistoryPersonsCrookes.html)

В. Крукс родился в 1832 г. в Лондоне в семье портного. Английский физик и химик вошел в историю как человек, открывший таллий и впервые получивший гелий в лабораторных условиях, изобретший радиометр. Не менее важным является его вклад в развитие и систематизацию идей электромагнетизма в области передачи информации на расстоянии, гипотеза существования эфира как материи, а также гипотетическая классификация составляющих устройства передачи информации в простейшем радио.

В итоге работ Герца, целеустремленно развиваемых Лоджем, уже в самом начале 90-х годов ряд ученых был уверен в возможности применения электромагнитных волн для беспроводной сигнализации. Способ радиосвязи, по существу, мог считаться уже изобретенным после опубликования в 1892 г. в журнале *Fortnightly Review* (№ 302) статьи Уильяма Крукса «Неко-

торые возможности применения электричества». После статьи Крукса перед изобретателями открылись широкие возможности осуществления ставшего известным способа радиосвязи в различных практических устройствах и конструкциях. В статье Крукса были изложены почти все основные принципы радиосвязи, реализованные на практике за первые два десятилетия XX века. Крукс концептуально определил типы технических устройств, с помощью которых возможны передача и прием информации по радио:

- передатчики;
- антенны;
- приемники.

Далее Крукс определил в общем виде функции этих технических устройств и тем самым ограничил вытекающие из них частные конструк-

тивные особенности, в зависимости от их места в процессе передачи и приема информации (развитие последних началось от технического изобретения радио и к настоящему времени продолжается), а именно:

1. Передатчики имеют возможность:

- генерировать радиоволны с некоторой длиной волны;
- кодировать информацию;
- накладывать информацию на радиоволну.

Передатчик, таким образом, должен иметь конструктивно (функционально) выделенные узлы:

- генераторы;
- информационно-кодирующие преобразователи (манипуляторы, модуляторы);
- смесители.

2. Антенны могут:

- излучать (принимать) радиоволны в определенной части волнового диапазона;
- излучать (принимать) радиоволны по направлению в пространстве.

3. Приемники:

- избирательно принимают радиоволну;
- снимают информацию с радиоволны;
- декодируют информацию.

Приемник, таким образом, должен иметь конструктивно (функционально) выделенные узлы:

- селектор радиоволн;
- детектор;
- декодер.

Долгие годы Крукс занимался исследованиями, которые позволили бы доказать передачу мыслей на расстоянии. Его эксперименты были начаты в 1870 г. Он использовал известные в то время физические методы для обнаружения материального носителя мыслей, в чем концептуально не сомневался. В качестве возможного носителя он предполагал некий всезаполняющий пространство эфир, а точнее, наличие у последнего физических свойств, обеспечивающих передачу мыслей. В ходе проведенных экспериментов, а многие из них были скомпрометированы участием шарлатанов, не было обнаружено какой-либо материальной субстанции, которая могла бы выступать в качестве переносчика информации.

Крукс знал о теоретических работах Дж. Максвелла, предсказывающих существование электромагнитных колебаний в пространстве, он был его

современником и, возможно, мог затрагивать эту тему при общении с ним в академических кругах.

Если Дж. Максвелл высказывался об эфире достаточно осторожно: «Пригодно ли это обширное однородное распространение изотропной материи для того, чтобы не только быть средой физического взаимодействия между телами, находящимися на расстоянии, и выполнять другие физические функции ... — это является вопросом, далеко переходящими границы размышления физика», то Крукс был убежденным сторонником того, что эфирные колебания могут являться физической основой передачи мыслей, даже несмотря на то, что выведенные Дж. Максвеллом уравнения предсказывали значительное ослабление энергии электромагнитных колебаний на весьма близкие (несколько сотен метров) расстояния. Поэтому все, что придумал и написал Крукс в 1891 г. о возможных передаче и приеме информации с помощью электромагнитных волн на расстоянии — это лишь гипотеза, предвидение, хотя и гениальное. Но это предвидение не было подтверждено самим Круксом технически. Поэтому осталось и остается предвидением, а никак не открытием радио, как утверждает Шапкин [11]. Относительно радио предвидения Крукса оправдались и были реализованы технически в течение последующих двадцати лет, в отличие от теории передачи мыслей.

1.21. Оливер Джозеф Лодж.

Прибор для регистрации приема электромагнитных волн

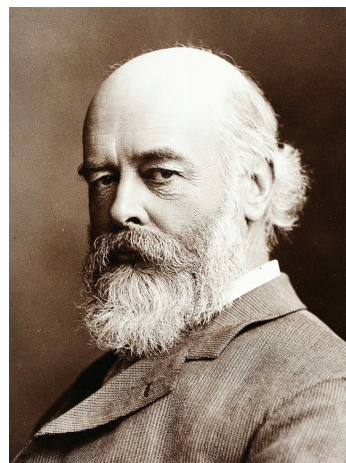
Английский физик и изобретатель, в частности, один из изобретателей радио О. Лодж родился в 1851 г. в Пенкхалле (Англия). 14 августа 1894 г. на заседании Британской ассоциации содействия развитию науки в Оксфордском университете профессор Лодж впервые успешно продемонстрировал работу радиотелеграфа. Радиосигнал азбуки Морзе был отправлен из лаборатории в соседнем здании и принят аппаратом на расстоянии 40 м в театре Музея естественной истории, где проходило заседание. Радиоприемник Лоджа повторял схему приемника Бранли, дополняя ее устройством для восстановления чувствительности когерера. Для этого использовался часовой механизм с ударником или электрический звонок. Однако исследования в области практического применения своих разработок Лодж не продолжил, и в результате уступил честь открытия радио

А. С. Попову, который усовершенствовал его прибор. Кроме того, схемы устройства Лоджа нигде нет, поэтому непонятно, куда он включил электрический звонок. По всей вероятности, не в схему, а использовал его, как и часовой механизм, нажимая иногда кнопку звонка для восстановления свойств когерера.

О. Лодж много и плодотворно занимался проблемами электромагнетизма, в частности атмосферными грозовыми разрядами, молниезащитой проводных телеграфных сетей, прикладными вопросами электротехники и др. Он входил в число наиболее близких к Круксу единомышленников, разделял многие из его воззрений, участвовал в его экспериментах по передаче мыслей на расстояние через эфир. Изобретатель был тесно связан с телеграфной индустрией через своего приятеля В. Приса, занимавшего должность технического руководителя Телеграфа Королевской почтовой службы. Лодж имел хорошие отношения с профессорами других университетов и ряд работ, затрагивающих иную, например биологическую тематику.

Помимо всего прочего, Лодж был великолепным популяризатором. Стиль изложения его статей привлекал многих читателей, он был научно-содержательным, аргументированным и отличался особым изысканно-художественным блеском: читая их, получаешь немалое эстетическое удовлетворение. Лодж в дополнение к этому был великолепным лектором. На его лекциях, носящих программный характер, собиралось огромное количество слушателей, чему способствовала его изысканная манера проведения и, несомненно, присущий ему аристократизм. К тому же электромагнитные колебания тогда были чрезвычайно модными.

1 июня 1894 г. в Лондонском королевском обществе «слушатели, заполнившие до отказа большой лекционный зал музея, неоднократно выражали свое восхищение блестящими опытами профессора Лоджа», Лодж прочитал свою знаменитую лекцию «Работы Герца». Лекция сопровождалась показом ряда физических приборов, демонстрацией почти всех свойств электромагнитных колебаний, таблицами и фотоматериалами. Она была мгновенно опубликована в научном журнале мирового значения «*Nature*» и затем не раз переиздавалась под наименованием «Работы



О. Лодж
(1851–1940 гг.)
(Википедия: URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Лодж,_Оливер_Джозеф)

Герца с собственными приложениями». Лекция Лоджа имела необычайный резонанс в научных кругах и была поворотным моментом в техническом изобретении радио.

Радиотехнически очень важным является предложение различных типов антенн. Лодж выделяет три группы:

- 1) проводниковая (круговой вибратор, диполь Герца, длинный провод);
- 2) плоскостная (пластины);
- 3) объемная (шары, полые цилиндры).

В лекции также интересны демонстрация экранирования электрических цепей и приемника в целом, повторение эксперимента Бранли с приемником в металлическом ящике, кроме того, там изложен ряд важных радиотехнических следствий, которые пионерами изобретения радио были просто незамечены.

Оценивая работу Лоджа, нужно в первую очередь исходить из ее фундаментальной значимости для радио в целом. Именно с лекции Лоджа началось массовое изобретение радио. Можно утверждать, что без О. Лоджа радио появилось бы, но несколько позже. Однако Г. Маркони и А. С. Попова без Лоджа в радио не было бы никогда. Популяризаторское изящество и блеск Лоджа превзошли все собственные научные и изобретательские заслуги. Именно этот талант запечатлел его имя в истории радио. Судьба любила его — оставаясь пионером радио, он прожил в нем очень долгую жизнь. Лодж не открывал и не изобретал радио, а представил его миру.

1.22. Никола Тесла. Первый в мире радиопередатчик

Н. Тесла — серб, родился в 1856 г. в Смиляне, Австро-Венгрия. Учился в высшем техническом училище в Граце и Парижском университете. В 1882 г. по приглашению Эдисона переехал из Европы в Америку. Тесла — изобретатель мирового уровня со специализацией: электродвигатели и энергоустановки. Он являлся строителем первых сверхмощных радиостанций в США.

Широко известен Тесла стал благодаря своим исследованиям токов высокой частоты и высоких напряжений. Изобрел первые образцы электро-механических генераторов ВЧ (в том числе индукторного типа) и высокочастотный трансформатор (трансформатор Теслы), создав тем самым предпосылки для развития новой отрасли электротехники.

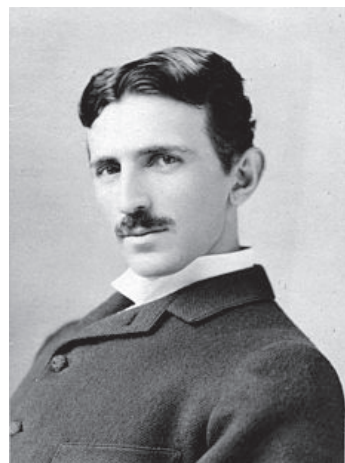
12 октября 1887 г. Тесла дал строгое научное описание сути явления вращающегося магнитного поля. 1 мая 1888 г. Тесла получил свои основные патенты на изобретение многофазных электрических машин (в том числе асинхронного двигателя) и системы передачи энергии посредством многофазного переменного тока, с использованием которых в США был пущен ряд промышленных установок, например Ниагарская ГЭС (1895 г.).

Тесла одним из первых запатентовал способ надежного получения токов, которые могут быть использованы в радиосвязи (патент *U. S. Patent 447 920*, выданный в США 10 марта 1891 г.), а в 1893 г. вплотную занялся вопросами беспроволочной связи и изобрел мачтовую антенну.

Ореол личности и открытий Теслы способствовал распространению различных утверждений, носящих, как правило, полумифический характер. Опытам Тесла приписывали связь с проблемой Тунгусского метеорита, с Филадельфийским экспериментом. Говорили даже, что ученый при помощи силовых лучей (луч смерти) разрушил кратер на вулкане. Подобные утверждения не поддаются проверке из-за отсутствия документов, что не мешает, однако, приписывать Тесле прямое или косвенное отношение ко многим загадкам XX века.

Грандиозность идей изобретателя поражала воображение современников. Опыты, которые он демонстрировал на своих лекциях и на различных технических выставках, ошеломляли зрителей настолько, что они отказывались верить своим глазам. Одни называли его обманщиком, другие — колдуном, иные считали его пришельцем из космоса.

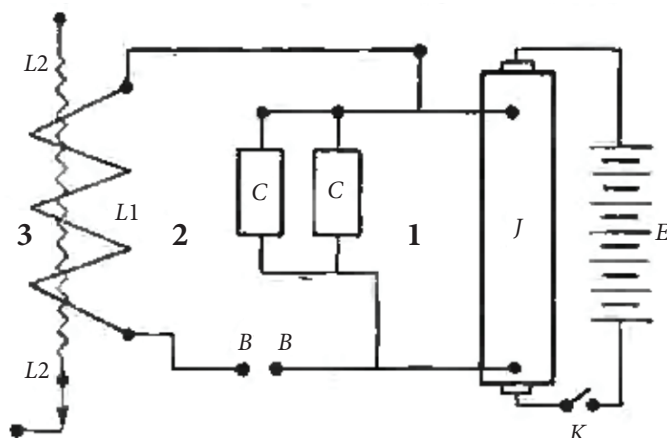
В 1891 г. Тесла получил патент на техническое устройство для получения электромагнитных колебаний — резонансный трансформатор. Его конструктивными частями являлись: источник энергии, батарея элементов постоянного тока, кодирующее устройство, управляющий ключ, преобразователь напряжения, катушка Румкорфа, накопители электрической энергии, конденсаторы, разрядник, высоковольтный преобразователь резонанс-трансформатор. В электрическом смысле устройство Тесла состояло из трех функциональных частей. Первая — генератор и накопитель



Н. Тесла
(1856–1943 гг.)

(«Scisne?»: URL: <https://scisne.neta-1132>)

электрической энергии. Эта часть состояла из батареи элементов, катушки Румкорфа, емкостей. В ней осуществлялось накопление электрической энергии путем сложения ее из последовательных электрических импульсов катушки Румкорфа.



Резонансный трансформатор Н. Теслы

Вторая — замкнутый электрический контур из двух индуктивностей: вторичной обмотки катушки Румкорфа с шунтирующей ее емкостью и первичной обмотки резонансного трансформатора, разрядника. Этот контур являлся источником электромагнитных колебаний. Его фундаментальной особенностью было то, что в момент искрового пробоя разрядника в контуре образовывались колебания с частотой, заданной собственными резонансными свойствами, определяемые индуктивностью вторичной обмотки катушки Румкорфа и индуктивностью первичной обмотки резонансного трансформатора и C , емкостью накопителей. Конечно, в момент искрового пробоя возникали электромагнитные колебания с различными частотами, но контур обладал выраженными свойствами частотного выбора, селекции.

Третья часть состояла из вторичной обмотки резонансного трансформатора и в сочетании с антенной и заземлением (в таком виде Тесла демонстрировал изобретенную им систему в 1893 г.) представляла собой открытый колебательный контур с собственной резонансной частотой. Разумеется, резонансную частоту этого контура изменяли в той или иной степени технические параметры антенны (длина, волновое сопротивление т. д.) и заземления (проводимость, емкость и т. д.).

Во время электрического разряда в контуре второго блока возникали затухающие электрические колебания с определенной частотой. Эти колебания при помощи индуктивной связи вызывали во вторичной обмотке резонансного трансформатора электромагнитные колебания с собственной резонансной частотой уже третьего контура, если, разумеется, была подключена нагрузка (антенна и земля). За счет значительно большего числа витков вторичной обмотки резонансного трансформатора Теслы напряжение в антенне составляло десятки миллионов вольт.

В общем виде мысль о передаче электрической энергии через пространство электромагнитными колебаниями возникла почти одновременно с таковой в информационном смысле, сразу после открытия Герца. Тесла исходя из имевшихся к тому времени наблюдений и исследований по грозовым явлениям в атмосфере знал, что такая передача возможна при очень высоком напряжении. Оригинальность идеи резонансного трансформатора Теслы состояла в том, что он получил высоковольтный импульс, используя резонансные свойства контуров, что имело выраженное энергетическое преимущество. Приемником электромагнитной энергии был также открытый контур с нагрузкой, в демонстрации Теслы разрядник. При этом передача информации через пространство не предполагалась, его техническая система предназначалась для передачи энергии вообще. Техническая система Теслы системой радио не была.

В радиотехническом аспекте изобретение Теслы имеет исключительную значимость. Во-первых, он изобрел замкнутый контур с генерацией радиоволны, то есть избранной части общего спектра электромагнитных колебаний. Для генерации радиоволн он впервые технически реализовал явление резонанса. Во-вторых, он изобрел самостоятельный открытый антенный контур с индуктивной связью с генератором. Это значительно ослабляло влияние индуктивности и емкости антенны (заземления) на частоту генерируемой радиоволны. Для радиотехники, и в частности радиопередающей техники, изобретение Теслы было основополагающим. Его схема генерирования затухающих колебаний была в раннем радио практически



Н. Тесла на фоне резонансного трансформатора
(livejournal.com: URL:
<https://masterok.livejournal.com/1238892.html>)

единственной: ее последняя модификация перед переходом к работе незатухающими колебаниями известна как схема с ударным возбуждением.

Действительно, в схеме Теслы явление резонанса в резонансном трансформаторе не всегда имело место, так как собственные резонансные частоты за счет разного количества витков в обмотках не могли быть совпадающими принципиально, и в открытом антенном контуре резонансная частота конструктивно всегда иная. На практике это вело к практически неустранимому явлению двухволновости, а именно: волновая характеристика была двугорбой, не только за счет разных частот колебаний в обмотках резонансного трансформатора, но и в связи с волновым характером затуханий колебаний, из-за различия времени затухания на разных волнах (частотах). Радиотехника диктовала абсолютное совпадение частотных характеристик выходного контура генератора с входным антенным контуром. Но энергетический резонанс Теслы не позволял это делать, а мировое радио возвратилось к радиотехническому резонансу в выходных ступенях передающих устройств уже в XX веке, пионеры радио пришли к радиопередатчику Теслы самостоятельно, но позже.

Несмотря на энергетическое предназначение, передатчик электромагнитных колебаний Теслы имел все функциональные элементы радио Крукса, поэтому и хронологически, и патентно является первым в мире специализированным радиотехническим изобретением — радиопередатчиком. Вторая обязательная часть в системе радиосвязи — радиоприемник, появилась уже после открытия радио как науки: радиотехника ведет свой отсчет с изобретения Теслы. В концептуальном плане мировая радиотехника к радиопередатчику Теслы до настоящего времени не добавила ничего.

1.23. Генрих Рудольф Герц. Открытие «волн Герца» [9, 10]

Г. Герц родился 22 февраля 1857 г. в Гамбурге в семье преуспевающего адвоката, ставшего позднее сенатором. С детства Генрих обнаружил выдающиеся способности и был непревзойденным по сообразительности учеником. Любил все школьные предметы, особенно был склонен к математике и к языкам, писал стихи. Кроме того Генрих прекрасно рисовал, лепил, был искусен в работах по дереву и металлам. Его увлечение классической литературой и искусством сказались позднее в манере писать научные статьи. Недаром их считают образцовыми — они ясны,

точны в научном аспекте и вместе с тем изысканны по форме.

Несмотря на явные способности, Генрих был чрезмерно скромен в их оценке. Считал себя ни на что путное в науке не годным и поэтому решил после окончания гимназии идти учиться на инженера-строителя. Почему-то ему казалось, что для этой профессии его таланта хватит. В 1875 г. Герц поступает в Дрезденское, а затем переводится в Мюнхенское высшее техническое училище. Учеба продолжалась до тех пор, пока изучались предметы общего характера, но как только началась специализация, Генрих понял, что заблуждался в своем призвании. Ему была интересна научная работа, поэтому он решил поступить в Берлинский университет. Герц писал родителям: «Раньше я часто говорил себе, что мне больше хотелось бы быть великим ученым, чем крупным инженером; но, с другой стороны, быть посредственным инженером для меня предпочтительнее, чем посредственным ученым. Но теперь я думаю, что прав Шиллер, сказавший: *«Und setzt Ihr nicht das Leben ein, nie wird Euch das Leben gewonnen sein*» («Кто трусит жизнью рисковать, тому успеха в ней не знать»), и что излишняя осторожность была бы с моей стороны безумием».

Получив согласие родителей, Герц переехал в Берлин и поступил в университет, где преподавание физики находилось в руках Кирхгоффа и Гельмгольца. Герцу повезло: его наставником оказался знаменитый Герман Гельмгольц. Хотя этот выдающийся физик был приверженцем теории «дальнодействия», но как истинный ученый он безоговорочно признавал, что идеи Фарадея — Максвелла о «близкодействии» и физическое поле дают прекрасное согласие с экспериментом.

Попав в Берлинский университет, Герц с большим желанием стремится к занятиям в физических лабораториях, но к работе в лабораториях допускались лишь студенты, которые занимались решением конкурсных задач. Гельмгольц предложил Герцу задачу из области электродинамики: обладает ли ток кинетической энергией? Гельмгольц хотел направить силы Герца в область электродинамики, считая ее наиболее запутанной.

Герц принимается за решение поставленной задачи, рассчитанной на девять месяцев. Он сам изготавливает приборы и отлаживает их. При рабо-



Г. Герц
(1857–1894 гг.)
(Все биографии: URL:
allbiograf.runaukafiziki55-
hertz)

те над первой проблемой сразу же выяснились заложенные в Герце черты исследователя: упорство, редкое трудолюбие и искусство экспериментатора. Задача была решена за три месяца. Результат, как и ожидалось, был отрицательным. (Сейчас нам ясно, что электрический ток, представляющий собой направленное движение электрических зарядов, обладает кинетической энергией. Для того чтобы Герц мог обнаружить это, надо было повысить точность его эксперимента в тысячи раз). Полученный результат совпал с точкой зрения Гельмгольца, хотя и ошибочной, но в способностях молодого Герца он не ошибся. «Я увидел, что имел дело с учеником совершенно необычного дарования», — отмечал он позднее. Работа Герца была удостоена премии.

Вернувшись после летних каникул 1879 г., Герц добился разрешения работать над другой темой: «Об индукции во вращающихся телах», взятой в качестве докторской диссертации. Он предлагал завершить ее за 2–3 месяца, защитить и получить звание доктора, хотя университет еще не был окончен. Работая с большим воодушевлением, Герц быстро закончил исследование. Защита прошла успешно, и ему присудили степень доктора с «отличием» — явление исключительно редкое, тем более для студента. В 1880 г. Герц окончил университет с отличием и три года проработал в Физическом институте при университете под руководством Гельмгольца.

С 1883 по 1885 г. Герц заведовал кафедрой теоретической физики в провинциальном городке Киле, где не было физической лаборатории. Герц решил заниматься здесь теоретическими вопросами. Он корректировал систему уравнения электродинамики одного из ярких представителей «дальнодействия» Неймана. В результате этой работы Герц написал свою систему уравнений, из которой легко получалось уравнение Максвелла. Герц был разочарован, ведь он пытался доказать универсальность электродинамической теории представителей «дальнодействия», а не теории Максвелла. «Данный вывод нельзя считать доказательством максвелловской системы как единственно возможной», — делает он для себя, по существу, успокаивающий вывод. В Киле начались нравственные мучения Герца. По долгу службы он должен был читать курс теоретической физики, но склонности к теории он в себе не чувствовал. Его влекла экспериментальная деятельность, но ею по долгу службы он заниматься не мог. Внутренняя неуверенность сказалась и на научной работе: за два года он выполнил и опубликовал всего несколько случайных теоретических работ.

К счастью для него и для физики случилось так, что освободилась вакансия ординарного профессора в высшей технической школе в городе

Карлсруэ. В 1885 г. Герц принимает приглашение занять эту должность. Наконец, он почувствовал себя на своем месте. У него была собственная экспериментальная лаборатория. Правда, ему все же приходилось читать лекции по физике и демонстрировать опыты. Он по старой привычке и боязни называл их «страхо-лекциями» и всегда боялся, что демонстрация какого-либо явления непременно сорвется и опозорит профессора.

Однако когда он приходил в лабораторию, то был счастлив. Здесь он мог позволить себе свободу творчества. Здесь он занимался тем, что в данный момент его интересовало более всего — «быстрыми» электрическими колебаниями. Другими словами, речь шла об экспериментальном подтверждении электромагнитной теории Максвелла. Еще в 1879 г. Берлинская академия наук поставила задачу: «Показать экспериментальное наличие какой-нибудь связи между электродинамическими силами и диэлектрической поляризацией диэлектриков». Представительные подсчеты Герца показали, что ожидаемый эффект будет очень мал даже при самых благоприятных условиях, поэтому, видимо, он и отказался от этой работы осенью 1879 г. Однако он не переставал думать о возможных путях ее решения и пришел к выводу, что для этого нужны высокочастотные электрические колебания, или, как говорили тогда, «быстрые» электрические колебания. Герц тщательно изучил все, что было известно к этому времени об электрических колебаниях и в теоретическом, и в экспериментальном планах. То, что удавалось тогда получить даже при самых невероятных ухищрениях, не было достаточно «быстрым», и никто не знал, можно ли вообще достичь, скажем, сотен миллионов колебаний в секунду — той частоты, что сегодня используется в любом радиопередатчике. Найдя в физическом кабинете пару индукционных катушек и проводя с ними лекционные демонстрации, Герц обнаружил, что с их помощью можно было получить быстрые электрические колебания с периодом 10 миллионов колебаний в секунду. Далее Герц придумал и несколько раз усовершенствовал аппаратуру для эксперимента, создав первые в истории генератор и приемник высокочастотных электромагнитных колебаний.

Проведя многочисленные опыты при различных взаимных положениях генератора и приемника, Герц пришел к выводу о существовании электромагнитных волн, распространяющихся с конечной скоростью. Будут ли они вести себя, как свет? Герц провел тщательную проверку этого предположения. После изучения законов отражения и преломления, после установления поляризации и измерения скорости электромагнитных волн он доказал их полную аналогию со световыми. Все это было изложено в ра-

боте «О лучах электрической силы», вышедшей в декабре 1888 г. Этот год считается годом открытия электромагнитных волн и экспериментального подтверждения теории Максвелла. В 1889 г., выступая на съезде немецких естествоиспытателей, Герц говорил: «Все эти опыты очень просты в принципе, тем не менее, они влекут за собой важнейшие исследования. Они рушат всякую теорию, которая считает, что электрические силы перепрыгивают пространство мгновенно. Они означают блестящую победу теории Максвелла. Насколько маловероятным казалось ранее ее воззрение на сущность света, настолько трудно теперь не разделить это воззрение».

Напряженная работа Герца не прошла бесследно для его слабого здоровья. 1 января 1894 года знаменитый уже в свои 37 лет ученый Генрих Герц скончался от заражения крови.

Начало работ Герца в области электромагнитных волн [8, 9, 10]

В 1879 г. Берлинская академия наук установила премию за экспериментальные доказательства возможности возбуждения магнитных полей переменными электрическими полями, то есть предлагалось доказать физическую реальность токов смещения. Этот процесс лежит в основе возбуждения электромагнитных волн с помощью устройств, в которых происходят электрические колебания тока. Теория Максвелла, опубликованная в его «Трактате об электричестве и магнетизме» в 1873 г., представляет собой блестящее обобщение результатов исследований М. Фарадея, показавшего реальность существования электрических и магнитных полей и их динамическое воздействие. Теория Максвелла описывает все основные закономерности электромагнитных явлений с помощью системы фундаментальных уравнений. Принципиально новым элементом этой теории являлось утверждение, что переменные электрические поля создают соответствующие магнитные поля подобно электрическим токам, получившим название токов смещения. Тем самым в уравнение Максвелла было введено представление о непрерывности электрических токов и обязательной замкнутости их цепей.

Вот это-то новое положение и вызвало наибольшие сомнения, и без убедительного экспериментального подтверждения справедливость теории Максвелла в то время представлялась недоказанной. Поэтому однозначный ответ на вопрос, поставленный Берлинской академией, имел принципиальное значение.

В дневнике Герца за 1884 г. имеются две записи: «Думал об электромагнитных лучах» и «Думал об электромагнитной теории света». Очевидно, уже к этому времени окончательно оформился его интерес к теории Максвелла. В одной из позднейших статей, говоря о состоянии теории Максвелла в начале 80-х годов, Герц указывал, что для доказательства справедливости максвелловских представлений нужно было решить следующие три задачи:

1) показать, что изменения поляризации диэлектрика сопровождаются такими же электродинамическими силами, как и обычные токи (т. е. обнаружить магнитное поле тока смещения);

2) показать, что электродинамические силы способны создавать диэлектрическую поляризацию так же, как и обычные электростатические (т. е. доказать существование вихревых электрических полей);

3) показать, что пустое пространство (или воздух) в электрическом отношении подобно всякому другому диэлектрику.

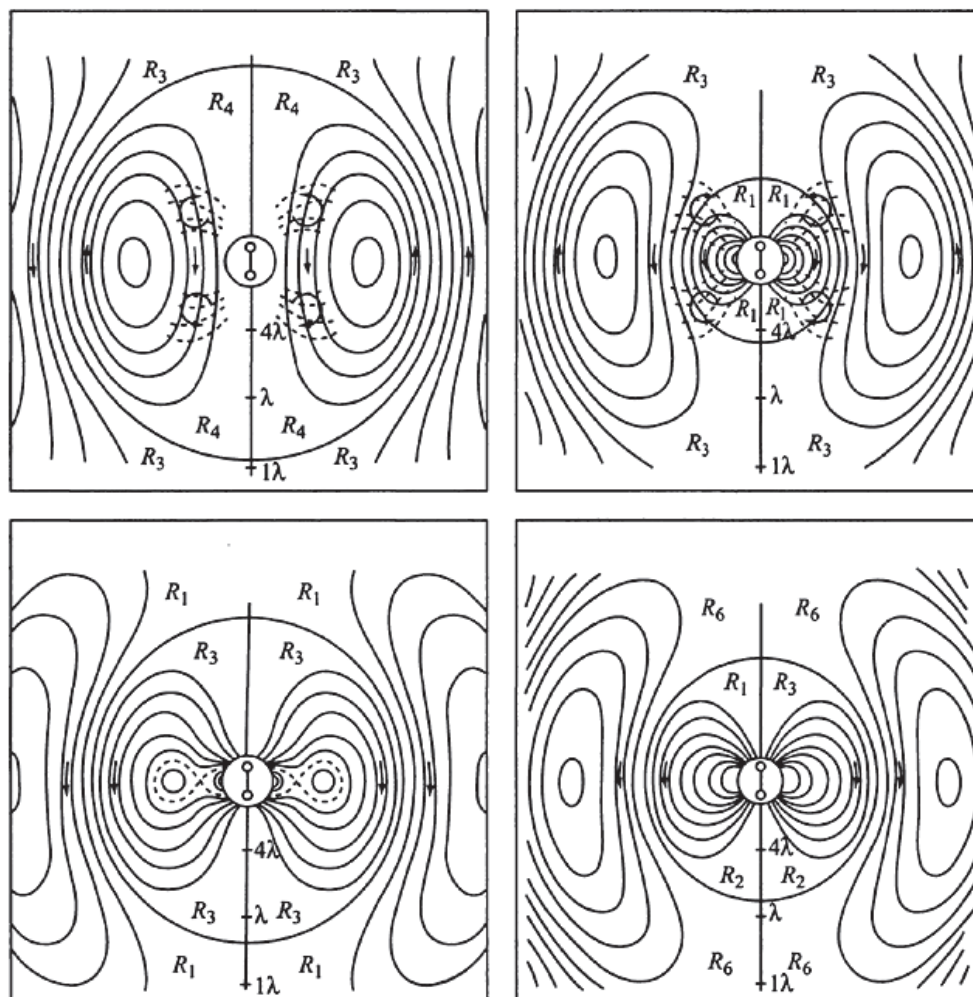
Размышляя над этими фундаментальными вопросами, Герц пришел к заключению, что третья задача содержит в себе две первые, а для ее решения достаточно показать, что в воздухе может существовать электромагнитная волна. Исходя из предположения, что скорость распространения ее будет равна скорости света, Герц с исключительной проницательностью понял, что для обнаружения изменения фазы волны в сравнительно небольшом пространстве, которое представляет собой экспериментальная комната, необходимо, чтобы период колебаний распространяющегося процесса был достаточно мал, меньше тех периодов, которые давали разряды лейденской банки через катушку, уже изученные в то время.

Таким образом, перед умственным взором Герца уже в это время возникал обширный план исследований, которые и были им блестяще выполнены и опубликованы в период 1887–1889 гг. Начинаясь же путь к получению «быстрых» электромагнитных колебаний следующим образом.

У него на столе стоял виток проволоки, имевший маленький искровой промежуток. Разряжая лейденскую банку, Герц вызывал в нем проскок икры и тем самым получал желанные электрические колебания. Как-то раз рядом с этим контуром случайно был оставлен второй виток, никак с первым не связанный. И вот, разряжая лейденскую банку через один виток, Герц вдруг с изумлением увидел, что искры проскакивают и на втором контуре. Вначале Герц посчитал это каким-то случайным явлением, но вскоре, повторив его не один раз и на разных проводниках, он понял, что открыл электрические волны. Тогда он еще не знал, что только что держал в руках первый передатчик электрических колебаний и первый их приемник.

Особенностью этого и дальнейших экспериментов Герца было стремление понять и объяснить физику процессов, происходящих в элементах его экспериментальных устройств.

Заимствованная из механики и акустики теоретическая схема естественного волнового процесса позволяла транслировать для случая электромагнитных волн и соответствующую математическую схему — геометрическое изображение стоячей волны с ее узлами, пучностями, периодом, фазой и длиной.

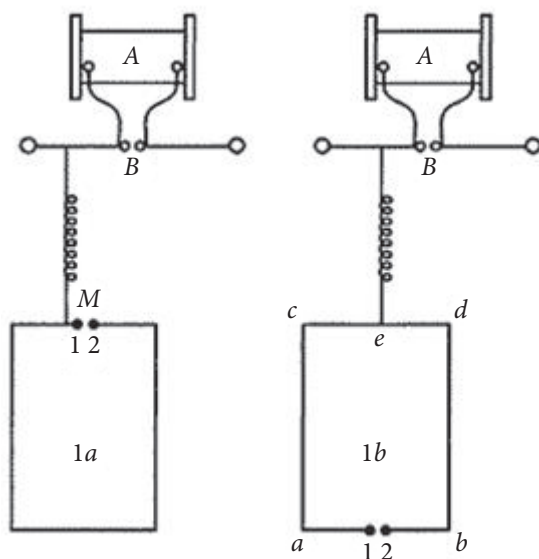


Распространение электромагнитных волн в пространстве;
четыре фазы работы передатчика. Рассчитано и зарисовано Г. Герцем
(«VIVOS VOCO!»): URL: vivovoco.ibmh.msk.suVVJOURNALVIETRADIORADIO.HTM)

Пользуясь этой схемой, Генрих Герц поставил соответствующие эксперименты и произвел необходимые измерения: в частности, измерения фазы и амплитуды электромагнитных волн при отражении и показателя преломления асфальтовой призмы. Герц так же, как и Максвелл, использовал фарадеево представление об электрических и магнитных силовых линиях, детализировав его. Например, он привел изображения так называемого процесса «отшнуровывания» силовых линий от вибратора (колебательного контура), ставшего затем очень важным для радиотехники элементом радиопередающего устройства, анализируя распределение сил для различных моментов времени. Он назвал такое изображение «наглядной картиной распределения силовых линий» [9].

Герц строит особые структурные теоретические схемы и соответствующий им концептуальный аппарат (например, понятия вибратора и резонатора). Скрупулезное описание конструкции опытного оборудования (в том числе материала, из которого изготовлены зеркала, их формы и размеры) сочетается у него с обобщенным теоретическим описанием экспериментально-измерительных ситуаций в виде структурных схем, которые являются прообразом будущих электрических схем радиоприемного и радиопередающего устройств и входят в состав физической теории (вибратор и резонатор). Для регистрации искры он искал сначала позицию микрометра, соединенного проводом с вибратором, а затем отсоединенного от него, что позволило ему открыть беспроводную передачу электромагнитных волн [10].

При исследовании явления электромагнитного резонанса Герцу приходилось подбирать нужные параметры различных компонентов его установки, включавших индукционную катушку, разрядник, конденса-



Схемы экспериментального оборудования с индуктором (A), разрядным устройством (B) и микрометром для регистрации искры (M); место расположения (e) прямоугольного провода (abcd) может быть как непосредственно около (1a), так и на противоположной стороне от (1b) микрометра (M)

тор и т. д. Он измерял длину искры и расстояние между вибратором и резонатором, на основе этих измерений вычерчивал резонансные кривые и проводил необходимые расчеты. Разрабатывая новое экспериментальное оборудование, он действовал как инженер, хотя и не имел в виду какого-либо технического применения своих экспериментальных устройств.

И математический аппарат, и опыты служили ему лишь средством к пониманию и объяснению физического процесса — распространения электромагнитных волн в пространстве. Но благодаря именно его работам электродинамика смогла дать жизнь новой сфере инженерной деятельности и соответствующей ей технической теории.

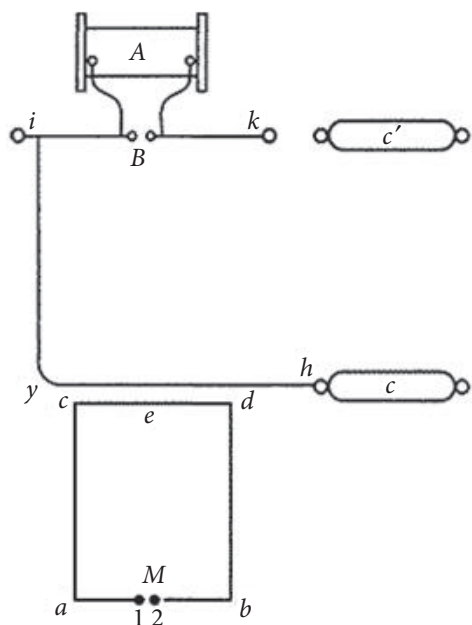


Схема эксперимента с индуктором (A), разрядником (B), съемными емкостями (C и C') проволочным прямоугольником (abcd) и промежутком (резонатор)

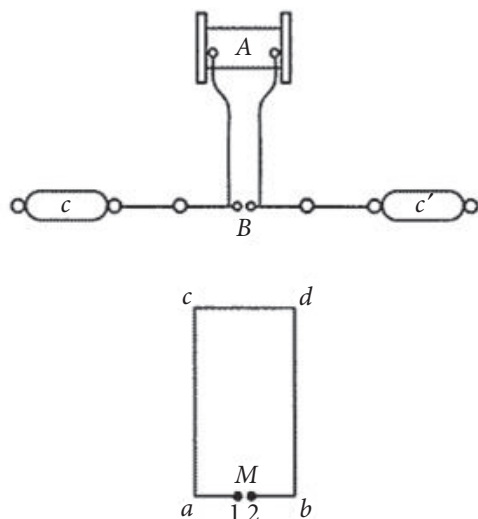


Схема эксперимента с прямым проводом первичного контура (вибратор) и вторичным искровым промежутком (M)

Свою хорошо оснащенную лабораторию в университете Карлсруэ Герц унаследовал от Фердинанда Брауна, профессора электротехники, модернизовавшего в 1883–1885 гг. курсы соответствующих дисциплин в этом университете. Уже в его ранних исследованиях, которые он проводил задолго до важнейших разработок в этой области, было заметно следующее. «Он обладал огромным даром и необыкновенным искусством созда-

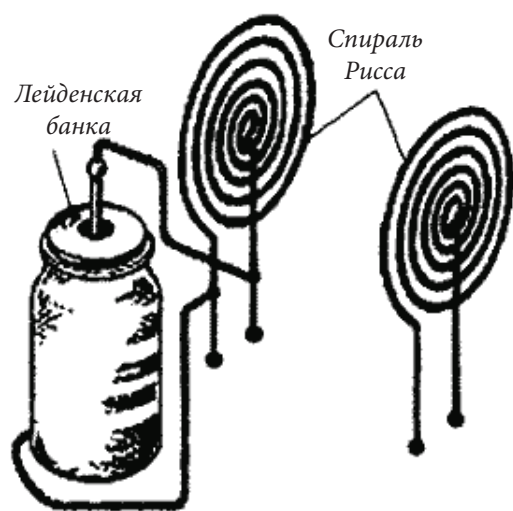
ния вспомогательного экспериментального оборудования. Именно таким образом появилась измерительная аппаратура, имеющая большое самостоятельное значение, которая нашла применение в качестве физической исследовательской и измерительной техники», — писали о Брауне Мандельштам и Папалекси в 1928 г.

Когда Герц прибыл в Карлсруэ, перед ним «была поставлена задача читать лекции по физическому эксперименту для студентов инженерных специальностей. Для решения этой задачи у него в распоряжении было все необходимое физическое оборудование, которое он мог также использовать и для исследовательских целей». Позже Герц писал: «В физическом арсенале высшей технической школы Карлсруэ, где я проводил эти опыты, я нашел и использовал для лекционных целей пару так называемых спиралей Рисса. У меня вызвал удивление тот факт, что не было необходимости разряжать большую батарею через эту спираль, чтобы сохранить искру в другой спирали, что было вполне достаточно использовать для этого, напротив, маленькие лейденские банки, ведь искрение небольшого индуктора происходило сразу же после разряда искрового промежутка. Я заметил, что при изменении расстояния (между спиралями) появляется сопутствующая искра, и взял это явление как исходное для моего последующего исследования. Сначала я считал эти электрические движения слишком стремительными и нерегулярными для дальнейшего использования; но когда я обнаружил появление узлов в середине рядом расположенного провода и тем самым ясное и чистое явление, я убедился, что теперь задача, поставленная Берлинской академией, может быть решена, а далее этого мое честолюбие тогда и не распространялось. Мое убеждение, естественно, усилилось после того, как я понял, что имею дело с регулярными колебаниями» [10].

Вибратор и резонатор Герца

Постепенно уменьшая размеры колебательного контура, Герц переходит от замкнутого вибратора ко все более и более открытому; в конце концов, он приходит к прямолинейному проводу — известному «вибратору Герца».

Вибратор Герца представлял собой диполь, расположенный в фокусе параболического зеркала. Диполь образовывали два металлических цилиндра диаметром 30 мм и длиной 60 см, имеющие с одного конца сферическую поверхность. К диполю присоединилась вторичная обмотка индукцион-



Спирали Рисса с подключенной к ним лейденской банкой
(«VIVOS VOCO!»; URL: <http://vivovoco.ibmh.msk.suVVJOURNALVIETRADIORADIO.HTM>)

ной катушки, первичная обмотка которой через ключ замыкалась на батарею элементов.

При манипуляции ключом во вторичной обмотке индуцировалось высокое напряжение (от 20 000 до 200 000 В в зависимости от типа катушки), являющееся причиной электрического пробоя между элементами вибратора.

В момент пробоя (искры) в контуре, образованном вторичной обмоткой индукционной катушки и диполем, возникали высокочастотные затухающие электромагнитные колебания.

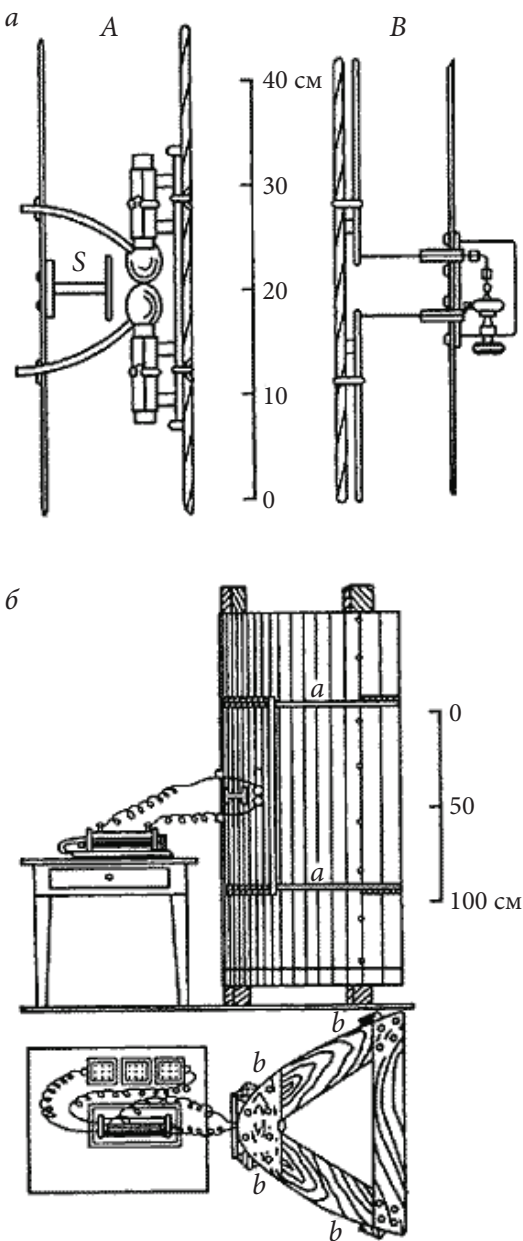
Мощность этих колебаний можно было регулировать, изменяя длину искрового промежутка. Частоту колебаний можно было менять с помощью вариаций размеров вибраторов. Возбуждение и прекращение колебаний осуществлялось манипулятором в первичной обмотке индукционной катушки. Таким источником электромагнитных колебаний А. С. Попов пользовался в своих многочисленных демонстрациях опытов Герца. Индикатором электромагнитных колебаний в опытах А. С. Попова был резонатор Герца, представляющий собой диполь, к которому присоединились электроды разрядника. О воздействии электромагнитного поля на приемный диполь можно было судить по маленькой искре, проскакивающей в воздушном промежутке разрядника. Для лабораторных опытов такой индикатор годился. Однако чувствительность его была мала. Не зря опыты с применением описанной аппаратуры называли «кабинетными».

В 1889 г. Герц писал в письме швейцарскому физическому профессору Эмилю Эдуарду Саразэну из Бонна: «Приборы, с которыми я работал, были сделаны не каким-то искусным механиком элегантно и способом по хорошо вычерченным эскизам, а частично мной самим, отчасти же лаборантом физического кабинета университета Карлсруэ. Они были кое-как склеены из кусков дерева, прикручены проволокой, приляпаны сургучом, и переделывались помногу раз. Шаровые полюса, например, были взяты от дру-

гого прибора и после того, как я уехал из Карлсруэ, были снова на него возвращены; некоторые части, которые можно было легко транспортировать, я прихватил с собой сюда, но по большей части все осталось в Карлсруэ».

Лаборант из Карлсруэ в принципе мог бы, по мнению Герца, создать копию этого прибора, но «он, скорее всего, не будет знать, как ему это сделать. Поскольку не сможет создать те приборы точно такими, какими были тогда».

Своими исследованиями Герц установил следующее: электромагнитные волны, подобно свету, могут распространяться в непроводящей среде (эфире); они так же, как и свет, распространяются с конечной скоростью; в свободном пространстве интенсивность электромагнитных колебаний убывает обратно пропорционально первой степени расстояния от вибраторов (а не третьей, как это происходит вблизи него); при подходящей частоте электрических колебаний в цепи вибратор может излучать в пространство электромагнитные волны (путем «отшнуровывания» силовых линий); электромагнитные волны и свет имеют одну и ту же физическую природу. Этих основных теоретических положений ока-



Вибратор и резонатор Герца:

a — вибратор с первичным искровым промежутком (A) и резонатор с вторичным искровым промежутком (B), *б* — параболическое зеркало с вибратором, связанным проводами с индуктором и батареей (на столике)

залось вполне достаточно для сознательного изобретения практических технических устройств. «С 1886 по 1888 гг. Герцу удалось с искровым промежутком в качестве элемента, создающего колебания, и с настроенными колебательными контурами создать свободные (независимые от проводника) электромагнитные волны и доказать распространение этих волн в пространстве. Заимствованные из оптики опыты по преломлению, дифракции и отражению электромагнитных волн придали электромагнитной теории Максвелла уже определенное эмпирическое значение».

Герц так характеризует следствия своих экспериментов: «В оптике аналогией нашему опыту является опыт Ллойда с зеркалами Френеля. В оптике и акустике эти опыты используются как доказательства волновой природы света и звука, поэтому описанные здесь явления следует рассматривать как доказательство волнового распространения индуктивного действия электромагнитных колебаний».

Герц ставил свои опыты, чтобы доказать наличие связи между светом и электричеством. В письме Герману фон Гельмгольцу от 30 ноября 1888 г. из Карлсруэ он пишет, что ему посчастливилось доказать регулярное отражение излучения. Для этого Герц установил рядом два зеркала таким образом, «чтобы не было влияния A и B , а напротив этих зеркал поставил металлическую стенку так, чтобы искры сразу же проявлялись в B , которые еще были распознаваемы, если стенка отстояла от зеркал на 10 м. Точно так же я смог получить отражение под углом в 45° , причем я использовал две соседние комнаты. Деревянные двери ничуть не мешали появлению искр».

В. Кайзер замечает по этому поводу: «Волны Герца были приняты не только физиками как доказательство теории Максвелла. С волнами Герца само ядро теории Максвелла, а именно токи смещения и их электродинамическое влияние, несомненно привлекло внимание электротехников, которые уже почти в течение двадцати лет фиксировали его на высокочастотной электротехнике». Однако создаваемая им аппаратура была еще недостаточно совершенной для практического применения.

Исследуя режим работы искрового промежутка, Герц заметил, что освещение его каким-либо источником света иногда ухудшает режим работы. Изучая это явление, Герц выяснил, что вредное влияние обусловлено ультрафиолетовыми лучами, и, таким образом, дал первое указание на существование фотоэлектрического эффекта, впоследствии детально изученного Столетовым и Гальваксом.

Для наблюдения за распространением электромагнитной волны Герц конструирует сначала замкнутые, а затем и открытые резонаторы. Ничтож-

ную мощность колебаний промежутка резонатора приходилось регулировать микрометрическим винтом и рассматривать через увеличивающую оптическую систему в затемненной комнате.

Уже в 1887 г. Герц получает электромагнитные волны длиной в несколько метров, создает стоячие волны в проволоках, изучает их распространение в пространстве при помощи резонаторов и устанавливает полное совпадение результатов большей части своих опытов с выводами электродинамики Максвелла.

Блестящие экспериментальные исследования сопровождаются не менее блестящими теоретическими работами. Достаточно указать, что в 1888 г. он рассматривает поле изучения прямого вибратора, а в 1890 г. публикует классические работы по электродинамике покоящихся и движущихся сред.

Уже при работе с метровыми волнами Герц делал попытки обнаружить их оптические свойства; эти попытки оказались безрезультатными. Учтя, что неудача эта обусловлена слишком большой длиной волны, требующей громадных зеркал, Герц добивался получения более коротких волн и в конце 1888 г. опубликовал свою работу «О лучах электрической силы», в которой, пользуясь волнами длиной 60 см, доказал, что их распространение подчиняется обычным оптическим законам. В этой же работе дается безупречное доказательство линейной поляризации этих волн.

Эта работа является, пожалуй, наиболее блестящей по выполнению, и в ней с исключительной отчетливостью выявляются ясность мышления Герца, чистота его экспериментов и их широкий размах, позволяющий охватить изучаемое явление со всех сторон.

Работы Герца были по достоинству оценены современниками, вызвали многочисленные повторения и способствовали, как уже указывалось, утверждению теории Максвелла.

Самому Герцу не удавалось сомкнуть электромагнитный спектр с оптическим, что представлялось желательным для полного подтверждения теории Максвелла. Трудности получения еще более коротких волн заключается в уменьшении их энергии, связанной с уменьшением емкости вибратора, и быстрой срабатываемостью последнего при искрообразовании в искровом промежутке.

Из последователей Герца в этом направлении наилучших результатов добились П. П. Лебедев, получивший в 1895 г. волны длиной 6 мм, Глаголева-Аркадьева (1919–1923 гг.), получившая «белое» излучение, из которого она смогла выделить волны в 180 и 300 μ , лежащие в области длинных инфракрасных лучей, исследованных Рубенсом и Байером, и М. А. Левитская

(1920–1923), которой также удалось добиться весьма коротких электромагнитных волн, получая электрический разряд между цепочкой шариков; к сожалению, нагревание вибратора Левитской, также сопровождавшееся изучением, затрудняло разделение обоих типов излучений.

В 1891 г. Герц переиздал свои работы по электромагнитным колебаниям под общим названием «Исследования по распространению электрических сил», снабдив их предисловием, в котором подробно освещен путь, приведший его к разрешению труднейших проблем, возникших перед ним.

Последние годы жизни Герц провел в Бонне, где он занимался главным образом обоснованиями механики, стараясь изложить ее в виде логически безупречной системы, исходящей из минимального количества предположений. Результаты работ Герца в этом направлении изложены им в известной книге «Принципы механики», которую он не смог полностью закончить из-за тяжелого заболевания.

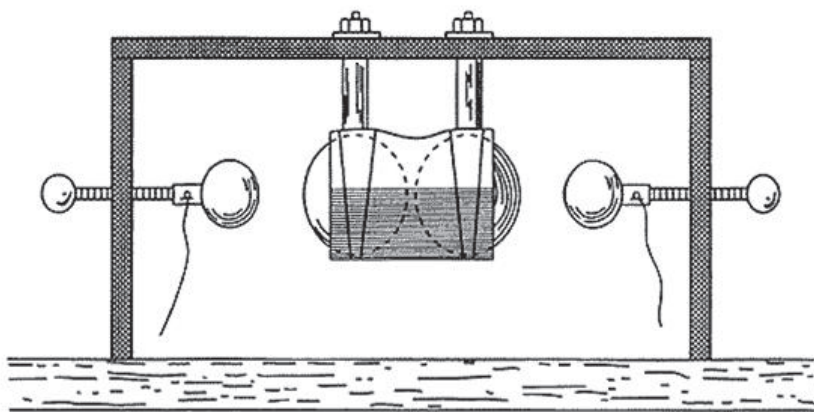
Интерес научного сообщества к опытам Герца

После публикации результатов Герца развернулись исследования по усовершенствованию экспериментального оборудования и разработке новых, более простых и надежных способов получения и регистрации электромагнитных волн. «Не только профессиональные физики, преподаватели и изучающие физику, но также электротехники, получившие научное образование, пытались познакомиться с основными положениями этой теории» [9]. Эти работы фактически еще не выходили за пределы экспериментальной деятельности в естественной науке, но вели к техническому использованию электродинамики. П. Н. Лебедев в своей работе 1895 г. «О двойном преломлении лучей электрической силы» писал: «После того как Герц дал нам методы экспериментально проверить следствия электромагнитной теории света естественно появилась потребность делать его опыты в небольшом масштабе, более удобном для научных изысканий». Именно эта деятельность и сделала возможным появление первых радиопередающего и радиоприемного устройств, хотя она и не выходила за пределы детальной разработки и конкретизации теоретической схемы электродинамики.

Прежде всего требовалось устранить основные недостатки вибратора Герца, в том числе быстрое затухание колебаний и быстрое обгорание контактов. Первый был довольно быстро устранен благодаря введению трех искровых промежутков вместо одного. Для уменьшения обгорания кон-

тактов предлагали помещать центральные сферы, соединяемые с внешними сферами разрядом, в масляную жидкость. Это позволило увеличить длину искры, не полируя каждый раз шарики, а также легко изменять период колебаний путем сближения или удаления обкладок конденсатора, включенного в первичный контур, или самих шаров вибратора. А. Риги, например, использовал для увеличения разности потенциалов искрового промежутка вазелин.

Еще одним недостатком вибратора Герца была малая величина получаемой искры, что затрудняло ее регистрацию. Поиски более надежного способа наблюдения искр производились сразу многими исследователями. В качестве регистратора ими использовалась газоразрядная трубка, электроскоп, термоэлемент и т. д. Однако наиболее перспективным оказался когерер — прибор для обнаружения электрических колебаний, действие его основывалось на изменении сопротивления «плохого контакта» под действием электрических колебаний в цепи, частью которой он являлся. Когерер (или фриттер) был разработан французским физиком Эдуардом Бранли. Когерер состоял из стеклянной трубки, наполненной прессованными металлическими опилками.



Осциллятор (искровой промежуток) А. Риги
(KazEdu: URL: <https://www.kazedu.kz/referat/86427>)

Бранли показал, что электрическое сопротивление когерера, обычно довольно высокое, становится нулевым, если вблизи появляется искра. Сам он не сразу заметил здесь связь с электромагнитными волнами, но многие другие исследователи сразу же использовали его идею для беспроводной телеграфии.

Когерер со своей способностью внезапно изменять состояние изолятора на состояние проводника был «полностью неопределенным конструктивным элементом» радиоприемника, который «не давал никакой возможности дать ему теоретическое описание».

При помощи когерера английский ученый и инженер Оливер Лодж продемонстрировал отражение, преломление и поляризацию электромагнитных волн. Как сообщает сам Герц:

«Профессор Оливер Лодж в Ливерпуле в те же годы, когда была сделана мной описанная работа, рассматривал теорию грозового разрядника и при этом провел ряд опытов по разряду весьма малых конденсаторов, которые привели его к наблюдению колебаний и волн в проводах. Поскольку он действовал полностью на основе максвелловских представлений и весьма усердно стремился доказать эти представления, несомненно, если бы я не определил его, он также пришел бы к наблюдению волн в воздушной среде и таким образом получил бы доказательство распространения электрической силы во времени».

Работа с когерером имела свои сложности. Для возвращения его в состояние изолятора опилки у него внутри требовалось встряхивать, для чего в цепь включался автоматический встряхиватель опилок. Поначалу встряхиватель включали в цепь самого когерера, а затем во вторичную цепь с более мощным источником энергии. Так возникло первое радиоприемное устройство. Его работа основывалась на том, что пришедшая электромагнитная волна делает металлические опилки или никелевый порошок проводником и таким образом активизирует вспомогательный вторичный контур. Оливер Лодж уже в начале 90-х годов смог значительно усовершенствовать оборудование Герца. Однако это оборудование все еще не выходит за пределы лабораторного применения. Маркони конструктивно улучшил уже имеющееся оборудование, создал технологичную конструкцию. Для ее производства и продвижения на рынок он основал в 1897 г. компанию «*Wireless Telegraphy and Signal*», положившую начало трансферту этой новой техники («телеграфа без проводов») в хозяйственную сферу.

Интересно сравнить описания опытов Попова и Маркони. В книге «Царство изобретений», впервые опубликованной в 1901 г., передача сигналов на расстояние, осуществленная Маркони, описывается следующим образом. В 1898 г. для проведения опытов с телеграфией без проводов было выбрано предгорье на юго-восточном побережье Англии (первый опыт был проведен в 1896 г. на относительно небольшом расстоянии, примерно в 13 км через Бристольский канал). Это место уже было и раньше связано

с историей электричества: там на маяке испытывали свои первые машины переменного тока Б. Хопкинсон и Адамс. «Именно перед этим маяком была воздвигнута мачта высотой в 350 м, составленная из трех частей, передатчик и приемник электрических волн, которые являются носителями беспроводной телеграфии». Станция состояла из большой катушки индуктивности, когерера и аппарата для приема телеграмм.

«Улучшенная конструкция позволила сделать так, чтобы приемный аппарат включался автоматически, как только передавались депеши, и чтобы тем самым станция всегда была готова к приему телеграфных сообщений. Принятая телеграмма вычерчивалась в виде четких точек и тире с помощью специального карандаша на движущейся бумажной ленте; кроме того, можно было включать электрический звонок, по его сигналам телеграфист мог принимать депешу непосредственно на слух. Даже неопытные телеграфисты с помощью этого аппарата могли достичь скорости от четырнадцати до пятнадцати слов в минуту, а опытные — более двадцати».

Что же, собственно говоря, нового сделал Маркони, если все, что он применил в своем аппарате, было известно до него?

«Вклад Маркони следует искать в ином направлении. В действительности ему удалось, в отличие от его предшественников, с помощью в принципе уже известных мероприятий и на основе интуиции относительно технических характеристик прийти к функционирующему целому; достаточным физическим образованием он, однако, не обладал». Собственный изобретательский вклад Маркони был минимальным.

«Если ставить вопрос относительно оборудования, то на него легко ответить: он привнес очень мало в то, что уже существовало». Он перевел уже сделанные другими научные открытия в полезное и потенциально прибыльное устройство. Говоря аналитически, Маркони был заключительной ступенькой в простой линейной прогрессии — заключительной в том смысле, что вместе с ним и подобными ему экспериментами (Поповым в России; Дюкрете во Франции; Слаби, Арко и Брауном в Германии; Стоуном, Фесседеном и де Форестом в США; до некоторой степени Лоджем в Англии) линия научного прогресса, ведущая свое начало от Фарадея и Максвелла до Герца, достигла теперь стадии коммерческой эксплуатации. Передача нового знания происходила до этой точки исключительно в одну сторону: от науки к технике и затем к коммерческому использованию.

Как занимающийся новыми технологиями предприниматель и рационализатор Маркони достиг той проблемной сферы, где наука не имела готовых ответов. Следует отметить, что Лодж в своих экспериментах и де-

монстрациях между 1894 и 1896 гг. не находил ничего, что его удивляло бы, никаких явлений, которые он как ученый считал бы аномальными или странными. Маркони, напротив, уже с 1895 г. начал уходить от этого упорядоченного и хорошо организованного пастбища в область неизведанного. Рассмотрим, например, что ему потребовалось, чтобы полностью понять полученные им результаты, оперируя со своей новой антенной и когерентом. Ему требовалось создать теорию проектирования антенны; не считая фундаментальной теории линейного диполя, здесь ничего не было сделано. Ему была нужна теория распространения радиоволн и в особенности теория, которая позволила бы ему распознавать и использовать различия между характеристиками распространения разных диапазонов частот. Но такой теории не существовало. Ему нужна была также такая теория линий передачи, которая помогла бы ему согласовать его передатчик и приемник с антенной. В этой области были выработаны некоторые эмпирические отношения, но систематически организованного знания не существовало. В каждой из этих областей работа Маркони заключалась в генерации новых данных и проблем.

Точно также экспериментировал в России с беспроводной передачей сигналов Александр Попов: «Летом 1897 г. Попов увеличил возможное расстояние передачи. На средства Морского министерства Попов построил новые приборы и достиг 5-километровой дальности передачи сигнала. Этот первый российский опыт с радио, имевший в первую очередь военное значение, сохранялся в тайне, но открытое при этом свойство отражения радиоволн от предметов (а именно от кораблей) послужило основой для будущего радара. В 1898–1899 гг. Попов руководил экспериментами на Балтийском и Черном морях и разработал способ преобразования принятых радиоволн в звуковые сигналы (ранее модно было их регистрировать лишь на бумаге). В 1900 г. дальность передачи сообщений достигла уже 112 километров».

Чиновники того времени плохо понимали, чем занимается Попов, и весьма незначительно поддерживали его работу. Важность его исследований стали правильно оценивать лишь спустя некоторое время после его смерти. В 1910 г. для разработки морских радиостанций в Санкт-Петербурге Морское министерство России основало «Радиотелеграфное депо» (позже ставшее радиотелеграфным заводом). Но действительно серьезную государственную поддержку радиотехнические исследования — как теоретические, так и прикладные — получают только в Советское время. Такой же поддержкой будет пользоваться и радиопромышленность.

ГЛАВА 2.

Изобретение радио [3, 7, 8]

2.1. Изобретение радиосвязи А. С. Поповым

Краткие сведения об изобретателе радио А. С. Попове

16 марта 2019 г. исполнится 165 лет со дня рождения Александра Степановича Попова — замечательного русского ученого, своими блестящими опытами открывшего человечеству путь в совершенно новую, неведомую область техники — радиотехнику, давшую людям самое быстрое средство связи.

Прочитанный 7 мая 1895 г. А. С. Поповым доклад в Русском физико-химическом обществе ознаменовал завершение целей эпохи напряженных исследований, отмеченной именами величайших умов, какие только знает история науки. Радио не могло быть изобретено в результате внезапного вдохновения или случайного наблюдения. Научная почва, на которой оно выросло, создавалась в течение многих десятилетий. Это была цепь глубоких исследований, и то, что было сделано А. С. Поповым, являлось ее основным и решающим звеном.

К своему бессмертному достижению изобретатель радио пришел путем длительных экспериментальных исследований и сосредоточенных раздумий над волновавшими весь мир вопросами природы и использования электрических волн и колебаний. Влияние открытия А. С. Попова, которое было воплощено им самим в технически завершенную конструкцию,

распространилось далеко за пределы науки и техники. Без радио немислима культура наших дней.

Александр Степанович Попов родился 4 (16) марта 1859 г. в селении Турьинские рудники, получившем название от реки Турьи (на Северном Урале), на берегу которой в середине XVIII века была найдена медная руда. Ныне это город Краснотурьинск Свердловской области.

Его отец Степан Петрович Попов (1827–1897 гг.) в 1846 г. окончил Пермскую семинарию и получил приход в Оханском уезде. Тогда же он был назначен настоятелем Максимовской церкви Турьинских рудников.

О детских годах А. С. Попова известно очень мало. Наши сведения ограничиваются сообщениями мужа его старшей сестры, Василия Петровича Слобцова. По его словам, Попов до одиннадцатилетнего возраста не хотел учиться, но зато в течение полутора месяцев быстро освоил грамоту. Тот же Слобцов рассказывает о рано пробудившемся у мальчика интересе к полезному труду. Сам Слобцов, как говорили, был мастер на все руки. Он знал в совершенстве плотничье, столярное и малярное ремесла и обучил им своего маленького шурина, который охотно применял приобретенные навыки «на пользу дома».

Производственная обстановка, в которой рос Попов, с малых лет будила страсть к всякого рода сооружениям, и не было более увлекательной игры, чем возводить сложные постройки, похожие на те, которые окружали его сызмальства. Приобретенные с детства навыки делать все своими руками как нельзя лучше пригодились впоследствии, когда в студенческие годы он занимался монтажными работами и когда, будучи уже исследователем-экспериментатором, изготавливал необходимую аппаратуру для задуманных опытов.

В памяти товарища дошкольных игр Попова на всю жизнь осталась «его нежная худенькая фигурка с беленькими волосами и нежно-розовым цветом лица». Вспоминая свои детские годы, Дерябин писал о своем друге, что любимым его занятием была постройка разного рода двигателей, устроенных большей частью при помощи текущей воды. Сооружались на ручьях мельницы сдвигающимися колесами, «толчеи» — ряд прыгающих столбиков, подъемные машины, ведерками вытаскивающие землю из «шахт», вырытых иногда на два-три аршина в глубину; штанги — длинные горизонтальныедвигающиеся брусья по образцу заводских и т. д. Во всем этом машиностроительстве он был большой искусник, и велико было удовольствие, если дело удавалось и машина хорошо работала.

Общительность была одной из его характерных черт, запомнившихся всем, кто знал его с детских лет. Приобретенные знания и умение Попов не хранил про запас. Он охотно делился со своими сверстниками всем, что знал, а знать он хотел обо всем, что его окружало. Вот что рассказал другой уроженец Турьинских рудников кузнец Ф. П. Смолин, проживший там всю жизнь: «Помню, с большим увлечением юный Попов рассказывал нам о гальванической батарее элементов, электрическом звонке, швейной машине, которые он увидел в доме управляющего медными рудниками. Эти новинки вызвали у него большой интерес. Часто бывая в рудничных мастерских, юноша подолгу наблюдал за работой станков и машин. Любовь к технике появилась у него еще в детстве».

О пытливости юного Попова говорил его зять Ф. Я. Капустин, которому, видимо, сам Попов рассказывал о своих ранних увлечениях: «А. С. Попов юношей устраивал электрический будильник с помощью часов с гириями на цепочках. Цепочка в его схеме служила проводником. Он заметил, что она не всегда, и притом весьма капризно, проводит ток. Мысль об этом явлении долго не оставляла его».

Обстановка в семье также содействовала интенсивному умственному развитию. Отец Попова, приходский священник, хотя и обремененный большой семьей, делал все, чтобы дать детям высшее образование. Все сыновья окончили курс в столичном университете. Их примеру последовали младшие дочери, которые также получили образование в петербургских учебных заведениях, пользуясь поддержкой отца и братьев.

Необходимо подчеркнуть, что путь к высшему образованию для попovichей был не из легких. Большинство из них вынуждены были бороться с большими материальными затруднениями, на преодоление которых требовались огромные усилия, находчивость и предприимчивость. Для поступления в университет юношам нужно было иметь законченное среднее образование. В то время на Урале — в Перми и Екатеринбурге — уже в течение многих лет существовали гимназии и реальные училища, но они были малодоступны для детей неимущего духовенства. Семья у Поповых была большая — семь человек детей. Еле-еле сводили концы с концами, поэтому А. С. Попову пришлось пройти обычные для детей духовенства ступени образования: духовное училище, а затем семинарию, давшую полный курс среднего образования, где он мог обучаться бесплатно.

Училищу, в которое поступил Попов, было отдано предпочтение еще и потому, что здесь преподавал латинский язык его старший брат Рафаил, уже окончивший к тому времени Пермскую духовную семинарию.

Далматовское училище было одним из старейших учебных заведений России, в нем обучались дети не только духовенства. Оно находилось в старинном уральском городе Далматове, возникшем около древнего монастыря, который играл видную роль в торговой жизни края. К ученикам Далматовского училища предъявлялись высокие требования. Об этом можно судить по результатам экзаменов, публиковавшимся в журнале епархии. Так, после годичных испытаний в июне 1870/71 учебного года из учащихся только пятеро, в том числе и Александр Попов, были переведены в следующий класс с круглым баллом 5, десять учеников получили — 4, двенадцать — 3, девять с отметкой 2 оставлены на второй год, а остальные «по малоуспешности» исключены.

Курс в духовном училище был четырехлетний. По окончании второго курса Попов перешел в Екатеринбургское училище и переехал из Далматова в Екатеринбург, где жила его сестра Ш. С. Левитская. В это время Рафаил Попов поступил в Петербургский университет. Хотя Екатеринбург не был губернским городом и в административном отношении подчинялся Перми, но в смысле экономическом и культурном он, несомненно, превосходил губернский центр. К 70-м гг. XIX в. Екатеринбург насчитывал уже полуторавековое существование и был переведен из горного ведомства в гражданское. В городе жило большое число людей с высшим образованием, не только работавших в горнозаводской промышленности, но и занимавшихся просветительской деятельностью. Многие из екатеринбургских деятелей того времени интересовались вопросами науки и сами занимались научными исследованиями. В 1870 г. по их инициативе было создано Уральское общество любителей естествознания. Это общество выпустило несколько десятков томов своих трудов, многие из которых напечатаны на русском и французском языках.

Благодаря заботам своей сестры Попов мог учиться столь же продуктивно, как и раньше, и через два года закончил курс начального образования. Успехи его в Екатеринбургском училище были столь же блестящими, как и в Далматове: с отметками 5 он перешел в 4-й класс и с таким же баллом окончил училище в 1873 г.

Для таких подростков, как Попов, воспитанников духовных училищ, был один путь — в Пермскую семинарию, где в свое время учились и его отец, и его старший брат. Однако успешное окончание духовного училища не давало права поступать в семинарию без экзаменов, а требования при этом были выше, чем на выпускных экзаменах. Из тридцати учеников, зачисленных в первый класс, только один Попов получил высший балл.

О повышенном интересе к естествознанию, охватившем многих семинаристов, пишет Д. Н. Мамин-Сибиряк, судьба которого во многом схожа с судьбой Попова: «Зачитываясь книгами по естествознанию, я жил в каком-то совершенно фантастическом мире. Много лет прошло, а я, как теперь, вижу эту заветную полочку на стене, где заманчиво выглядывали объемистые томики геологии Ляйеля, «Мир до сотворения человека» Циммермана, «Человек и место его в природе» Фогта, «Происхождение видов» Дарвина и т. д. Сколько бессонных ночей было проведено за чтением этих книжек, и вера в естествознание разрасталась, крепла и в конце превратилась в какое-то слепое поклонение».

60-е гг. можно назвать эпохой популяризации натуралистического просвещения. Большую роль в этом играли публичные лекции, которые читали в Петербурге ведущие профессора и академики столицы, такие как Э. Х. Ленц, Б. С. Якоби, Л. С. Ценковский, И. А. Вышнеградский. Не только в столице, но и во многих крупных городах страны лекции на природоведческие темы, иногда с увлекательными демонстрациями опытов, собирали в те годы многочисленные аудитории. И в Перми нашлись свои пропагандисты естественнонаучных знаний. Из сообщений прессы того времени видно, что и здесь устраивались лекции, рассчитанные на широкую аудиторию, интересовавшуюся новейшими достижениями науки.

Подобные веяния все больше давали о себе знать и в духовных учебных заведениях. Репрессивные меры могли приглушить, задержать, но не искоренить их. Во многих семинариях нашлись преподаватели, которые были сторонниками передовых общественных идей и пытались дать своим воспитанникам полноценное среднее образование, чтобы подготовить их таким образом к сознательной и полезной деятельности. Как раз в школьные годы Попова были предприняты меры к повышению уровня подготовки семинаристов по общеобразовательным дисциплинам. В 1871 г. Синоду пришлось издать указ «О принятии мер к повышению уровня познаний воспитанников семинарий по тем предметам, по которым познания эти оказались неудовлетворительными на проверочных испытаниях при приеме воспитанников в С.-Петербургский университет».

Пропагандируемые передовыми педагогами внеклассные занятия, отвечающие потребностям учащихся, получили признание и в Пермской семинарии. Попов пользовался этой возможностью с увлечением. Кроме успешных занятий по всем дисциплинам (годовой балл на протяжении всех 4 классов семинарии был у него 5), он пристрастился к точным наукам и так усердно изучал их, что получил среди семинаристов про-

звище «математик». Тогда все точные науки входили в разряд математики не только в средней школе, но и в университете. Товарищи Попова по семинарии не чуждались его, хотя он стоял в стороне от их мальчишеских проделок. «Товарищи его по семинарии, — писал Дерябин, — среди которых у меня были знакомые, хотя очень уважали «математика», но все же он не мог избежать их глупых шуток, нередко непристойных. На это он обыкновенно отвечал «дура» и уходил от них, делая пируэт ногой, за что и был прозван «конь». Лучшее удовольствие он находил в естественнонаучных занятиях, особенно в занятиях физикой».

Физику в семинарии проходили лишь в четвертом классе; ей уделялось всего четыре часа в неделю, в пять раз меньше, чем греческому языку, однако Попов с лихвой восполнил этот пробел самообразованием. Е. Л. Коринфский, с которым Попов, начиная со студенческой скамьи, поддерживал дружбу, длившуюся десятилетия, рассказывает: «Первым импульсом к занятию физическими науками был подаренный ему, ученику семинарии, кем-то учебник физики Гано, тогда лишь переведенный на русский язык. Чтение этой книги бесповоротно направило его избрать специальностью физику».

Учебник Гано оказался не единственным пособием для изучения заинтересовавшей Попова области знания. В то время уже пользовался широкой известностью учебник К. Д. Краевича, выдержавший потом десятки изданий. В семинарские годы Попова была издана «Начальная физика в объеме гимназического преподавания», составленная профессором Московского университета Н. А. Любимовым, который добился того, чтобы его учебник был принят в качестве пособия для учащихся духовных семинарий. В решении Учебного комитета Синода записано: «Допустить “Начальную физику” Любимова наравне с “Учебником физики” Краевича для употребления в духовных семинариях в качестве учебного руководства по означенному предмету».

Воспоминаний товарищей Попова по семинарии найти не удалось. Дальнейшие известия о нем дошли до нас уже от его университетских друзей. Кроме цитированного ранее рассказа Е. Л. Коринфского, некоторые сведения содержатся в статье другого друга Попова Г. А. Любославского, их сообщил ему сам Попов. «Воспитанник сначала духовного училища, затем духовной семинарии, все способности и склонности которого направлены были исключительно в сторону математики и физики, он проходит суровую, приучающую к самостоятельности и упорной работе семинарскую школу до пятого класса включительно».

Увлечение точными науками в юности предопределило область знаний, которыми Попов решил заняться, намереваясь вступить в высшую школу. В выборе учебного заведения у него никаких колебаний не было. Лучшим университетом в то время был, несомненно, Петербургский: в нем тогда был сосредоточен весь цвет русской науки. Хотя проживание в столице обходилось гораздо дороже, а плата за право обучения была значительно выше, Петербург манил разночинцев еще и тем, что являясь не только политическим, но и культурным центром страны, он давал более широкие возможности в смысле заработка. Столичный университет был избран им еще и потому, что в Петербурге в течение шести лет жил его старший брат.

Приехав в Петербург, Попов подал на имя ректора Университета прошение о принятии его на математическое отделение физико-математического факультета. К прошению были приложены метрическое свидетельство, формулярный список отца и свидетельство об окончании курса общеобразовательных наук, выданное ему Правлением Пермской духовной семинарии. Последний документ является первой известной нам документальной характеристикой его успехов на жизненном пути. В свидетельстве перечислены предметы, которые изучались в семинарии. Их было одиннадцать, и из них только один богословский. Вот перечень того, что составило курс среднего образования Попова и оценка его успехов:

Изъяснение св. писания ветхого и нового завета.....	отлично
Словесность.....	отлично
Математика.....	отлично
История гражданская, всеобщая и русская.....	отлично
Логика	отлично
Психология	отлично
Обзор философских учений.....	отлично
Языки:	
греческий.....	отлично
латинский	отлично
французский	отлично

В документе указывается, что Попов был переведен в пятый класс «с причислением к первому разряду воспитанников сего класса», но он не пожелал продолжать духовное образование, возбудив ходатайство об увольнении из семинарии, которое было тридцатого июня 1877 г. удовлетворено

Правлением Пермской духовной семинарии и утверждено Пермским и Верхотурским епископом.

Выданное Попову Пермской духовной семинарией свидетельство, в котором удостоверялось, что по всем предметам он получил высший балл и что «поведения он отличного», освобождало его от проверочных испытаний, и он без экзаменов поступил в университет 31 августа 1877 г.

Студентам, вышедшим из той среды, что и Попов, постоянно приходилось искать себе заработок. Правда, известное облегчение приносило освобождение от платы за право учения, которая составляла 50 рублей в год. Согласно Уставу 1863 г., такие льготы предоставлялись «недостаточным студентам», но «не иначе, как на основании свидетельства о бедности и впоследствии удовлетворительных занятий науками». Представив в Совет университета выданное Пермской духовной консисторией свидетельство «о недостаточности средств отца», Попов был освобожден от платы за слушание лекций.

И тем не менее ему пришлось усердно заниматься репетиторством, так как вместе с ним в Петербург приехали две сестры, которые тоже нуждались в материальной помощи. Для того чтобы давать уроки в частных домах, надо было иметь разрешение университета. В сохранившемся «свидетельстве» мы читаем: «На основании § 21 Правил, коим всем воспитанникам казенных высших и средних заведений ведомства Министерства народного просвещения предоставляется право заниматься преподаванием в частных домах, выдано это свидетельство студенту Санкт-Петербургского университета физико-математического факультета 2 курса Александру Степановичу Попову на право обучения в частных домах предметам гимназического курса».

Труд «преподавания в частных домах» был неблагодарным: случайный и ограниченный заработок репетитора был недостаточен для жизни в большом городе. Свыше двух лет Попов старался жить на собственные средства, но сводить концы с концами не удавалось, и в мае 1880 г. он подал ходатайство о назначении ему стипендии. Просьба юноши была удовлетворена. Позднее, будучи уже на старших курсах, он работал в товариществе «Электротехник», где продолжал служить и некоторое время после окончания университета.

В биографии Попова его первые шаги на электротехническом поприще представляют большой интерес. Вот что рассказывает М. А. Шателен: «Большую роль в развитии у А. С. Попова интереса к электротехнике сыграла его служба в петербургском товариществе «Электротехник». Это товарищество устраивало дуговое электрическое освещение в садах и обще-

ственных учреждениях, применяя главным образом дифференциальные лампы Чиколева, строило мелкие частные электростанции». Условия эксплуатации были часто довольно оригинальными. Так, при эксплуатации освещения одного из увеселительных садов Петербурга, где Попову приходилось регулировать напряжение динамо-машины изменением числа оборотов, роль вольтметра играл мальчик, стоящий около фонарей и кричавший Александру Степановичу «поддай», когда фонари начинали гореть, по его мнению, слишком тускло.

Некоторые из студентов, учившихся с Поповым в университете, оставили о нем небольшие и отрывочные воспоминания. Это, как уже упоминалось, были Г. А. Любославский и Е. Л. Коринфский. Последний, по его словам, «буквально просидел с Поповым на одной скамейке три года». В их записках запечатлено много привлекательных черт характера Попова. «В отношении к другим, — сообщает Е. Л. Коринфский, — это был необыкновенно симпатичный любезный и весьма отзывчивый человек, всегда готовый сделать все от него зависящее для лиц, часто совершенно для него посторонних». Тем более он был отзывчив к нуждам своих друзей. Из дошедших до нас известий видно, что, занявшись серьезно вопросами практического применения электричества, а это по тем временам, когда специалистов было очень мало, материально хорошо вознаграждалось, Попов привлекал к работе и своих товарищей. Об этом свидетельствует в автобиографии Г. А. Любославский, который при содействии Попова, еще будучи на четвертом курсе университета, поступил в товарищество «Электротехник» младшим техником.

В эти годы в Петербурге наряду с высшими учебными заведениями большую работу вели научные общества. Интенсивная деятельность их широко развернулась в 60–70-х гг. XIX в.

Возникновение физического общества связано с новым этапом в истории русской науки, когда Академия наук больше не играла роли единственного исследовательского учреждения, где проводят глубокие научные изыскания.

К окончанию курса в университете А. С. Попов стал уже не только физиком с университетским дипломом, но и опытным высокообразованным инженером-электриком. Более активная инженерная деятельность Попова развернулась несколько позднее, но основную техническую подготовку он получил именно на студенческой скамье.

В дипломе Попова отмечается, что он прослушал полный курс по математическому разделу физико-математического факультета и во время

испытаний получил по большинству предметов — математике, механике, физике, физической географии и неорганической химии — отличные отметки, по богословию же, астрономии, геодезии и немецкому языку — хорошие. За такие познания, а также за представленную диссертацию он был признан достойным ученой степени кандидата физико-математического факультета, присужденной ему Советом университета 29 ноября 1882 года.

Согласно действующему тогда уставу, университетский курс в случае успешного окончания завершался представлением выпускником диссертации. Студент выпускался при этом со степенью кандидата университета в отличие от тех студентов, которые кончили эту высшую школу со званием действительного студента.

Представляет интерес тема диссертации «О принципах магнито-динамоэлектрических машин», которую избрал 23-летний соискатель кандидатской диссертации. Она указывает на направление его научных поисков и интересов. Это была область технических приложений законов электричества.

Работа Попова получила следующее заключение профессора П. П. Фандер Флита: «Диссертацию г. Попова нахожу вполне удовлетворительной. Это весьма обстоятельная и добросовестно выполненная работа». Благодаря такому отзыву, а также превосходно сданным экзаменам Попов был оставлен при университете и для проживания в С.-Петербурге получил в качестве «вида на жительство» свидетельство, в котором удостоверялось, что «кандидат физико-математического факультета Александр Степанович Попов оставлен при императорском С.-Петербургском университете для приготовления к профессорскому званию».

Оставленный при университете получал 600 рублей в год, т. е. гораздо меньше, чем можно было заработать преподавателем гимназии. Положение осложнялось еще и тем, что ко времени окончания университета Попов стал уже семейным человеком.

Еще будучи репетитором, он давал уроки Раисе, дочери петербургского адвоката А. И. Богданова. Молодые люди подружились, и вскоре дружба перешла в глубокую привязанность. Ученица Попова стала его невестой. Получив образование, она поступила на Женские медицинские курсы. Ее отец вскоре умер. Попову надо было думать о заработке для содержания семьи. Как раз в это время в Минном офицерском классе в Кронштадте стала вакантной должность преподавателя, которую А. С. Попов занял в 1883 г.



Село Турьинские Рудники, Максимовская церковь и деревянный дом Поповых
(на переднем плане). Конец XIX — начало XX вв.

(Храм преподобного Максима Исповедника: URL: www.hrammaxim.ru/index.php/stroitelstvo)



Семейная фотография Поповых. В центре родители Степан Петрович и Анна Степановна. Вокруг них дети, приехавшие из С.-Петербурга, Надеждинска и Тобольска.

А. С. Попов сидит во втором ряду, крайний слева. Богословский завод, 1894 г.
(РИА Новости: URL: <https://ria.ru/science/20090316/164979284.html>)



Фото А. С. Попова с автографом
(РИА Новости: URL: <https://ria.ru/science/20090316/164988375.html>)



Почтовые марки, посвященные А. С. Попову
(Библиотека: URL: litresp.ru/chitat/ru/P/radovskij-moisej-izrailevich/aleksandr-popov/18)



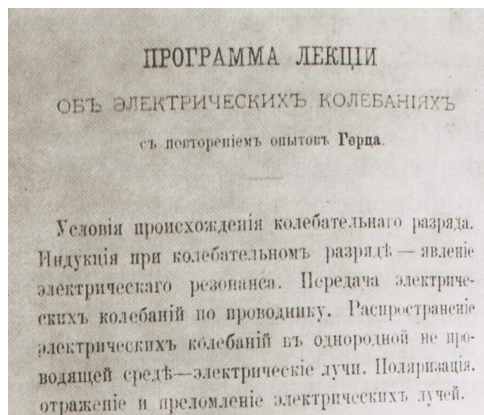
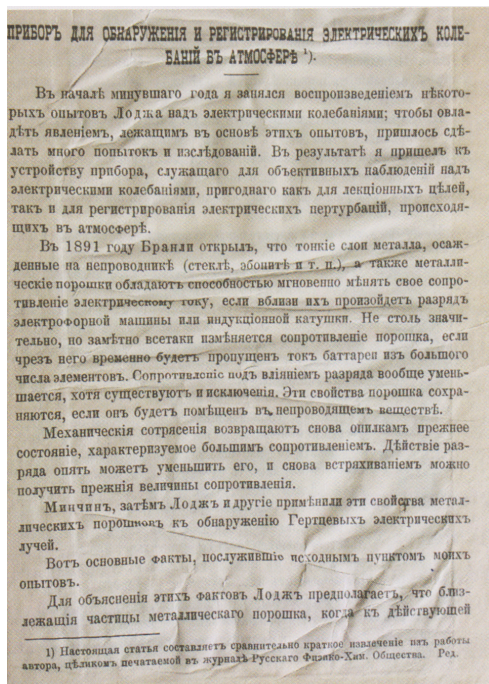
А. С. Попов с женой Раисой и сыновьями Александром (стоит) и Степаном. Александр умер во время блокады Ленинграда в январе 1942 г.



Диплом, полученный А. С. Поповым на Нижегородской выставке в 1876 г.
(Минусинский региональный краеведческий музей им. Н. М. Мартыанова: URL: музей-мартыанова.рф/?mode=museum-honors)



П. Н. Рыбкин и А. С. Попов (справа)



Программа лекцій А. С. Попова
с повтореніемъ опытовъ Герца

Статья А. С. Попова «Прибор для обнаружения и регистрирования электрических колебаний», 1896 г.



Александр Попов
во время учебы
в Екатеринбург-
ском духовном
училище, 1871–
1873 гг.



Александр Попов с друзья-
ми Дмитрием Порышевым
и Павлом Ижевским — вы-
пускники Пермской духовной
семинарии, 1877 г.



Александр Степанович По-
пов с женой Раисой Алексее-
вой и детьми Степаном, Алек-
сандром и Раисой. С.-Петербург,
1893 г. (СПбГЭТУ «ЛЭТИ»: URL:
[www.eltech.ru/ru/universitet/
istoriya-universiteta/.../aleksandr-
stepanovich-popov](http://www.eltech.ru/ru/universitet/istoriya-universiteta/.../aleksandr-stepanovich-popov))



Александр Степанович Попов
(Библиотека Академии Наук: URL: [www.
rasl.ru/science/Popov_AS2009.php](http://www.rasl.ru/science/Popov_AS2009.php))

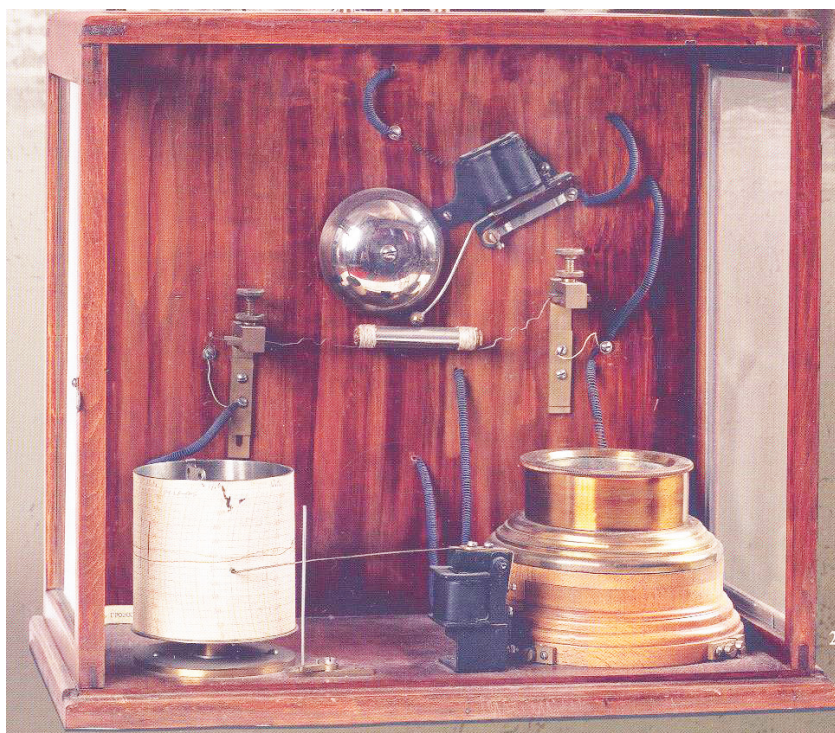


Памятник А. С. Попову в г. Екатеринбурге
(открыт 7 мая 1975 г.)



ДОЛМАТОВСКИЙ УСПЕНСКИЙ МОНАСТЫРЬ, ПЕРМСКОЙ ГУБЕРНИИ.

Долматовский монастырь, в духовном училище которого
А. С. Попов обучался в 1870–1872 гг.
(Успенский Далматовский мужской монастырь: URL: dalmate.ru/)



Грозоотметчик, изобретенный А. С. Поповым в 1895 г.
(Библиотека физического факультета МГУ: URL: wwwlib.phys.msu.ru/index.php?p=37)



А. С. Попов среди преподавателей Минного офицерского класса
(верхний ряд, второй справа)



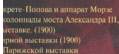
Награды А. С. Попова: ордена Святого Станислава II ст. (слева) и Святой Анны II ст. (справа)
(Википедия: URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/Medal>)



«Телефонный» приемник А. С. Попова.
Обр. 1899 г. изготовления фирмы
Э. Дюкрете (вид сзади)



78



(Википедия: URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Machine_tool)



А. С. Попов с женой Раисой, 1883 г.

А. С. Попов с женой Раисой и детьми, 1905 г. (Правнучка.ру: URL: www.pravnuchka.ru/son1.html)



А. С. Попов среди профессоров Электротехнического института



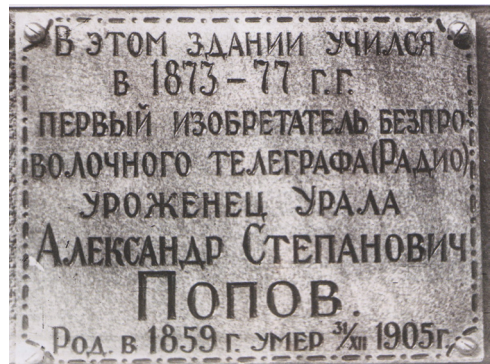
А. С. Попов на Всемирной промышленной выставке в Чикаго (справа внизу), 1893 г.



А. С. Попов демонстрирует свое изобретение, 24 марта 1896 г.



Мемориальная доска на родительском доме А. С. Попова, с. Турьинские рудники (Александр Степанович Попов. Блистательный Электротехник России / Людмила Круглова: URL: www.rumvi.com/products/ebook/александр-попов/.../preview.html)



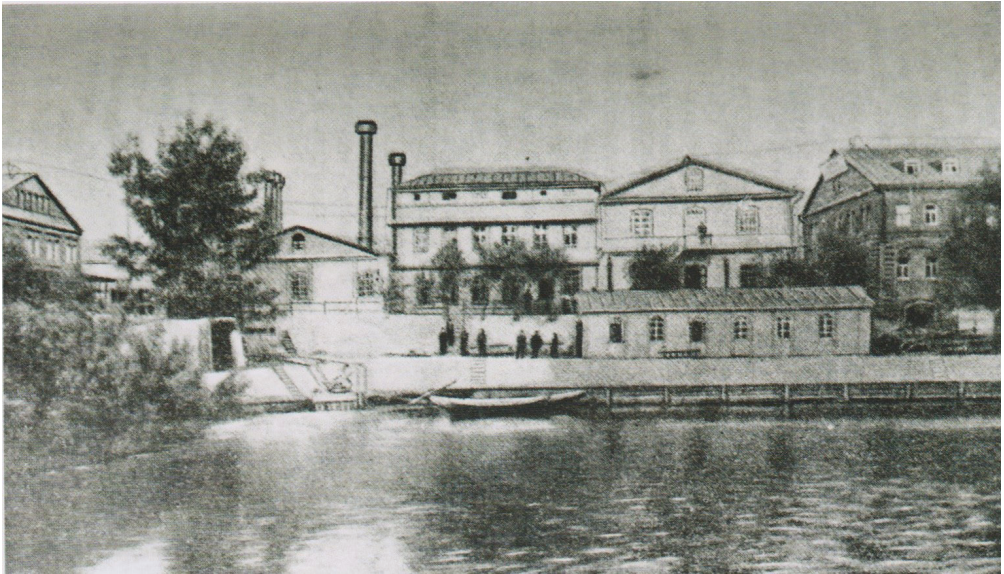
Мемориальная доска на здании Пермской Духовной семинарии (Александр Степанович Попов. Блистательный Электротехник России / Людмила Круглова: URL: www.rumvi.com/products/ebook/александр-попов/.../preview.html)



А. С. Попов среди родственников, с. Турьинские рудники
(Александр Степанович Попов. Блистательный Электротехник России / Людмила Круглова: URL: www.rumvi.com/products/ebook/александр-попов/.../preview.html)



Беседка в саду Минного офицерского класса, где проводил свои опыты А. С. Попов,
г. Кронштадт



Электростанция в Нижнем Новгороде, где впервые был применен грозоотметчик А. С. Попова (снимок Попова)



Нагрудный знак «Почетный радист» (учрежден Постановлением СНК СССР № 939 от 2 мая 1945 г., утвержден распоряжением Правительства РФ от 07.09.1992 г.)

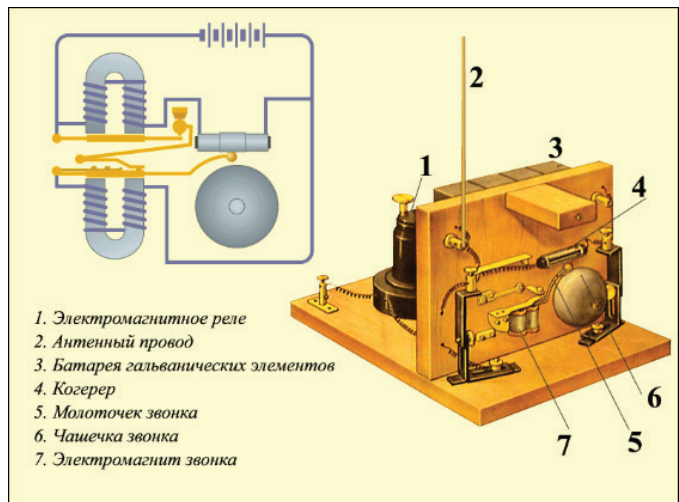


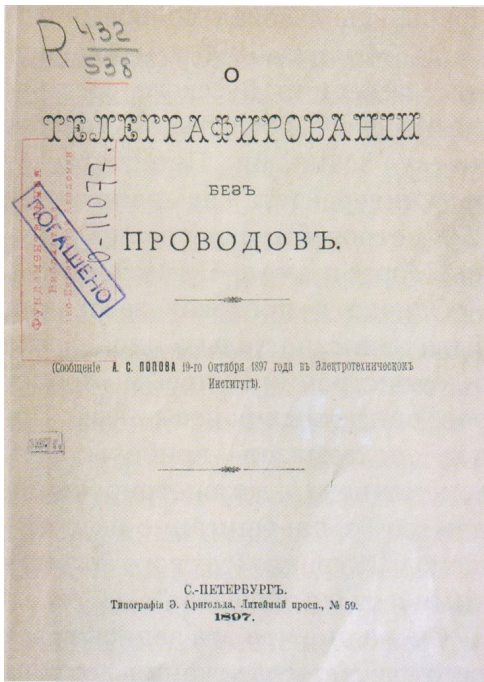
Схема и составные части радиоприемника А. С. Попова (<https://www.proza.ru/2013/09/12/753>)



А. С. Попов показывает адмиралу С. О. Макарову свою первую радиостанцию
(Журнал Пионер: URL: samlib.ru/w/wereshagin_o_n/pioner.shtml)



Диплом на золотую медаль, выданный А. С. Попову на Парижской выставке, 1900 г.
(Библиотека юного исследователя: URL: nplit.ru/books/item/f00/s00/z0000084/st022.shtml)



Статья А. С. Попова (1897 г.)
(Gallica: URL: gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k63724819)



Рентгеновский снимок руки А. С. Попова, полученный на самостоятельно изготовленном им рентгеновском аппарате



Антенны к приемнику А. С. Попова и карта о. Гогланд

24/1-9. ф. Гогландъ изъ Петербурга
 Командиру Лефевлю въ море
 Около Лавенсога оторвало
 льдины съ пятаю десятю
 18 добавились скоре тѣмъ же
 ширею содвигаясь
 съяснено Импер. судни
 что все шире тѣмъ шестъ Авеландъ

24/1-10 ф. Гогландъ:
 Аварии въ море -
 18 фронтъ тѣмъ шире тѣмъ первой
 возе не помиди
 Гогландъ

Текст первой радиогаммы (прием сигнала на слух)



Гогландская эпопея. Радиостанция на о. Кутсало, броненосец на камнях и руководитель спасательной операции броненосца адмирал С. О. Макаров, 1899 г.
 (iTunes: URL: <https://itunes.apple.com/us/album/i-see-the-.../299483780>)

Беспроволочный телеграф. Доклад 7 мая 1895 года

Приступая в самом начале 1895 г. к своим работам по осуществлению связи без проводов, А. С. Попов располагал достаточно надежно работавшим возбудителем электромагнитных колебаний. Для этого он использовал так называемый «малый» вибратор Герца (подробнее см. на с. 51). Творческие поиски А. С. Попова в направлении применения электромагнитных волн для связи без проводов шли по пути создания более чувствительного, чем резонатор Герца, устройства обнаружения электромагнитных волн. Эти поиски содержали два этапа. Первый из них состоял в отыскании чувствительного и устойчиво действующего реагента на электромагнитное поле. Второй — в создании схемы приемника, который мог бы неискаженно воспроизводить передаваемые сигналы.

В качестве устройства, реагирующего на электромагнитное поле, А. С. Попов выбрал когерер. В основе работы когерера лежит принцип изменения сопротивления металлических порошков под влиянием электромагнитных колебаний. Хотя когерер был уже известен по работам английского ученого Лоджа, изобретатель радио провел большую и очень серьезную исследовательскую работу по нахождению наиболее подходящего материала для опилок и установлению наиболее целесообразной их формы. Он исследовал свойства порошков различных металлов, составлял разные смеси, придавал порошкам различную зернистость и форму, изучал их поведение при прохождении электромагнитных волн, исследовал различные формы и конструкции когереров, положение электродов в когерерах. В конце он пришел к конструкции когерера, состоявшей из стеклянной трубочки диаметром около одного сантиметра и длиной 6–8 см, к стенкам которой изнутри были приклеены тонкие платиновые полоски. Трубка, наполовину наполненная мелкими стальными опилками, располагалась горизонтально.

При действии электромагнитных волн сопротивление опилок в когерере резко уменьшалось. Восстановить снова высокое сопротивление опилок можно было, только встряхнув когерер каким-либо способом.

После того как А. С. Попов решил первую задачу, а именно, по его словам, добился «удовлетворительного постоянства чувствительности при употреблении трубки с платиновыми листочками и железным порошком», он стал решать вторую задачу: «изобретать такую конструкцию когерера, чтобы связь между опилками, вызванная электромагнитным колебанием, разрушалась немедленно автоматически». Была найдена исключительно

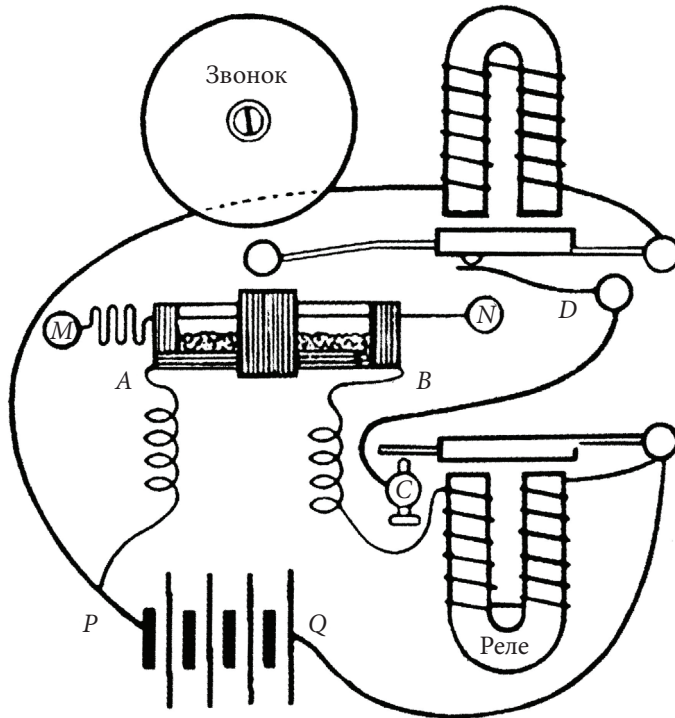
простая и удачная идея: трубку когерера необходимо встряхивать синхронно с каждой серией приходящих колебаний, возбуждаемых периодически с частотой замыкания прерывателя индукционной катушки в генераторе электромагнитных колебаний. С этой целью изобретатель установил над когерером электрический звонок, который срабатывал в момент прихода электромагнитных колебаний. Молоточек звонка ударял о чашечку звонкового устройства, а при обратном ходе касался когерера, предохраненного от разбивания в этом месте резиновым кольцом.

Так осуществлялось автоматическое встряхивание когерера при приходе сигнала. Когерер с автоматическим встряхивателем стал основной частью радиоприемника А. С. Попова.

Присоединив к приемнику антенну — проволоку 2,5 м, изобретатель добился на открытом воздухе уверенной работы своего устройства на расстоянии 80 м. Таким образом, весной 1895 г. А. С. Попов построил и экспериментально опробовал первую в мире радиолинию, содержащую передатчик и приемник, которая могла быть применена для беспроводной связи с помощью электромагнитных волн. Весной 1895 г. состоялась и первая публичная демонстрация устройства.

25 апреля (7 мая) 1895 г. научный мир ознакомился с важнейшим достижением, которое легло в основу телеграфирования без проводов. В § 3 протокола заседания физического отделения Русского физико-химического общества записано: «...Докладчик исследовал резкие изменения в сопротивлении, испытываемые металлическими порошками в поле электрических колебаний. Пользуясь высокой чувствительностью металлических порошков к весьма слабым электрическим колебаниям, докладчик построил прибор, предназначенный для показывания быстрых колебаний в атмосферном электричестве. Прибор состоит из стеклянной трубки, наполненной металлическим порошком и введенной в цепь чувствительного реле. Реле замыкает ток батареи, приводящей в действие электрический звонок, расположенный так, что молоточек его ударяет и по чашке звонка, и по стеклянной трубке. Когда прибор находится в поле электрических колебаний или соединен с проводником, находящимся в сфере их действия, то сопротивление порошка уменьшается, реле замыкает ток батареи и приводит в действие звонок; уже первые удары звонка по трубке восстанавливают прежнее большое сопротивление порошка и, следовательно, приводят снова прибор в прежнее чувствительное к электрическим колебаниям состояние. Предварительные опыты, произведенные докладчиком с помощью небольшой телеграфной линии в г. Кронштадте,

показали, что воздух действительно иногда подвержен быстрым переменам его потенциала. Основные опыты измерения сопротивления порошков под влиянием электрических колебаний и описанный прибор были показаны докладчиком».



Принципиальная схема приемника А. С. Попова:

A, B, C, D — зажимные контакты; P, Q — батарея питания; M, N — подвеска когерера
(Реальный музей РАДИО и ВТ: URL: www.mymus2011.narod.ru/HTMLs/RADIO_priemnik.html)

Подробное содержание доклада было несколько позднее опубликовано А. С. Поповым в печати под названием «Прибор для обнаружения и регистрирования электрических колебаний». Статья датирована декабрем 1895 г. В ней мы находим наглядное изображение предложенной А. С. Поповым схемы приемника и описание ее работы: «Трубка с опилками подвешена горизонтально между зажимами M и N на легкой пружине, которая для большей эластичности согнута так, чтобы при своем действии звонок мог давать легкие удары молоточком посередине трубки, защищенной от разбивания резиновым кольцом. Удобнее всего трубки

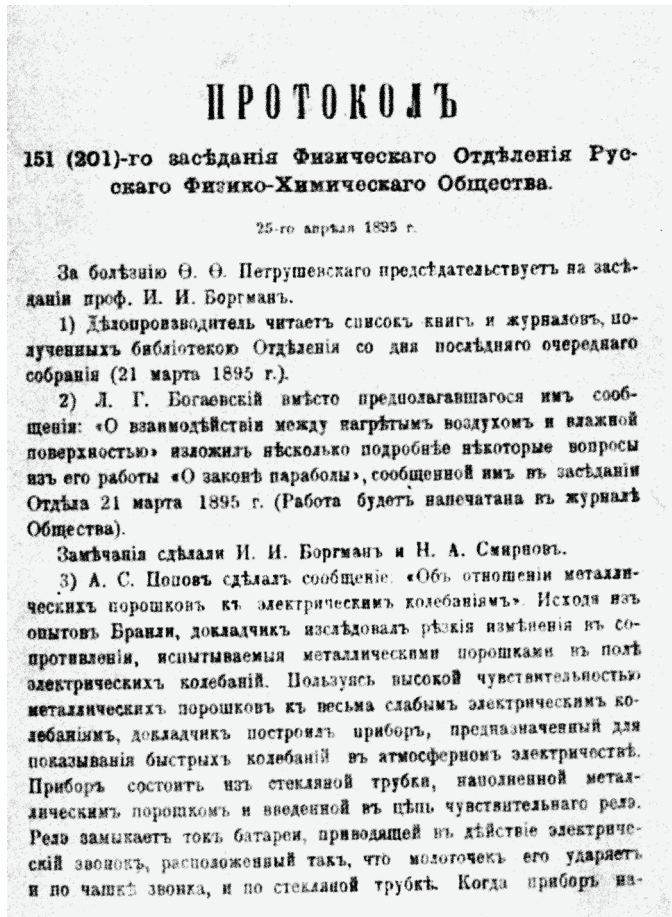
ку и звонок укрепить на общей вертикальной дощечке. Реле может быть помещено как угодно. Действует прибор следующим образом. Ток батареи в 4–5 вольт постоянно циркулирует от зажима *P* к платиновой пластинке *A*, далее через порошок, содержащийся в трубке, к другой пластинке *B* и по обмотке электромагнита реле обратно к батарее. Сила этого тока недостаточна для притягивания якоря реле, но если трубка *AB* подвергнется действию электрического колебания, то сопротивление мгновенно уменьшится и ток увеличится настолько, что якорь реле притянется. В этот момент цепь, идущая от батареи к звонку, прерванная в точке *C*, замкнется, и звонок начнет действовать, но тотчас же сотрясения трубки опять уменьшат ее проводимость, и реле разомкнет цепь звонка. В моем приборе сопротивление опилок после сильного встряхивания бывает около 100 000 омов, а реле, имея сопротивление около 250 омов, притягивает якорь при токах от 5 до 10 миллиампер (пределы регулировки), т. е. когда сопротивление всей цепи падает ниже тысячи омов. На одиночное колебание прибор отвечает коротким звонком. Непрерывно действующие разряды спирали отзываются довольно частыми, через приблизительно равные промежутки следующими звонками».

Отметим, что последнее замечание имеет очень большое значение. В сущности, А. С. Поповым была решена задача воспроизведения приемником коротких и длинных посылок, что совершенно необходимо было, например, для осуществления передачи сигналов с помощью известной тогда азбуки Морзе.

В дальнейшем А. С. Попов постоянно усовершенствовал свое изобретение. Но уже в том виде, в каком оно было реализовано весной 1895 г., изобретатель видел несколько практических его приложений. О первом и главном назначении — для обнаружения и регистрации электрических колебаний с целью сигнализации — уже говорилось выше. Включив параллельно звонковому реле электромагнитное реле с самописцем, добавив вращающийся барабан с бумагой, вращаемый часовым механизмом, летом 1895 г. А. С. Попов приспособил свой приемник для регистрации гроз. Грозоотметчик получил признание и практическое применение. Им пользовались для предупреждения о приближении грозы, так как по правилам того времени при грозе следовало выключать и заземлять воздушные линии электропередачи.

Включив параллельно звонковому реле электромагнитное реле телеграфного аппарата и введя усовершенствования в манипулятор передатчика для обеспечения коротких и длинных (периодических) посылок,

изобретатель несколько позднее осуществил радиотелеграфную связь, продемонстрировав ее действие в декабре 1897 г. Первая радиограмма содержала всего одно слово «Герц». Однако, как писал академик В. Ф. Миткевич, «все достижения современной радиотехники берут начало от этой скромной, маленькой депеши». В январе 1896 г. Попов, выступая перед собранием морских офицеров в Кронштадте, указывал на возможности телеграфирования без проводов и использование нового вида связи для нужд военно-морского флота. Понятен интерес, который возбудило это сообщение у моряков-специалистов. Попову были выданы инструкции не разглашать своего открытия, и поэтому второй доклад Попова Русскому физико-химическому обществу не был опубликован.



Протокол заседания Русского физико-химического общества
(Библиотека: URL: litresp.ru/chitat/ru/P/radovskij-moisej-izrailevich/aleksandr-popov/18)

В протоколе заседания записано следующее: «А. С. Попов показывает приборы для лекционного демонстрирования опытов Герца. Описание уже помещено в Журнале Русского физико-химического общества». Очевидно, что эта запись вовсе не отражает содержания доклада Попова. «Такая скупость в словах протокола, — пишет участник этого заседания В. К. Лебединский, — весьма мало изображающая сущность и высокую важность доклада, объясняется тем, что в 1896 г. работы Попова велись под контролем Морского министерства и не могли быть разглашаемы».

Таким образом, с полной уверенностью можно утверждать, что весной 1895 г. вся принципиальная и техническая суть беспроводной связи была А. С. Поповым разработана и осуществлена. 25 апреля (7 мая) 1895 г. она была публично доложена и продемонстрирована, что тогда же было зафиксировано протоколом, вскоре опубликованным в русском научном журнале, имевшем широкое распространение.

Этим был завершен период исканий надежных технических решений в задаче осуществления радиосвязи, и дата опубликования А. С. Поповым своего изобретения стала днем рождения радио.

Первый опыт радиотелефонии в России

Попытку осуществить радиотелефонию (передачу и прием речи) при помощи затухающих колебаний в 1903 г. предпринял в России С. Я. Лифшиц в Петербургском электротехническом институте под руководством А. С. Попова. Модуляция искрового передатчика осуществлялась им с помощью микрофона, включенного в первичную обмотку индукционной спирали (катушки Румкорфа). Ввиду того что при разговоре сопротивление микрофона менялось, соответственно, изменялся и ток в первичной обмотке спирали. Вследствие этого по тому же закону изменялось и напряжение в ее вторичной обмотке. Оказалось, что один импульс в первичной обмотке может дать много парциальных разрядов, число которых есть функция энергии импульса. Было экспериментально показано, что каждой букве соответствует свой рисунок искрового разряда, отвечающий большему или меньшему числу этих парциальных разрядов. Прием речи производился на обычный «телефонный» приемник А. С. Попова. Наибольшая дальность телефонной передачи достигала 2 км. Обо всех этих опытах было доложено А. С. Поповым на Третьем Всероссийском электротехническом съезде (1904 г.), где было отмечено, что подобный эксперимент

производится в истории радиотехники впервые. Описанные опыты были повторены также и в Военной электротехнической школе в Петербурге.

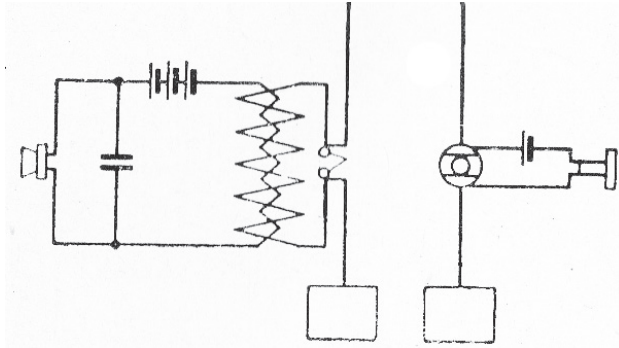


Схема опытов А. С. Попова и С. Я. Лифшица по использованию затухающих электромагнитных колебаний для радиотелефонии (1903 г.)

В наше время попытки осуществить телефонию с помощью затухающих электромагнитных колебаний следует рассматривать не более как научный поиск. Действительный путь к радиотелефонии, как подтвердила история, лежал в области незатухающих колебаний.

Сейчас мы понимаем, что использование быстро затухающих искр делало их модуляцию звуком почти невозможной, но иных генераторов ВЧ в то время не существовало. Освоение незатухающих колебаний только начиналось. Лишь через 10 лет появился ламповый автогенератор, позволивший осуществить радиовещание.

Грозоотметчик и метеорология

В ходе работ, относящихся к изобретению радиосвязи, А. С. Попов установил, что его «прибор для обнаружения и регистрирования электрических колебаний» реагирует не только на сигналы передатчика, но оказывается чувствительным и к электрическим разрядам в атмосфере. Как внимательный исследователь, он не прошел мимо подобного явления и сразу же отметил этот факт в своей статье: «В результате я пришел к устройству прибора, служащего для объективных наблюдений электрических колебаний, пригодного как для лекционных целей, так и для регистрирования электрических пертурбаций, происходящих в атмосфере». Интерес А. С. По-

пова к изучению атмосферных разрядов, надо думать, был вызван двумя причинами. Прежде всего, его могло интересовать, не будут ли эти разряды недопустимо мешать радиосвязи, и затем, нельзя ли применить осуществленный им «прибор» непосредственно для метеорологических наблюдений.

Об интересе А. С. Попова к изучению влияния атмосферных помех на радиосвязь мы узнаем и из других слов: «Прежде всего я воспользовался своим прибором для того, чтобы решить вопрос, есть ли в нашей атмосфере электрические колебания, а если есть, то как они часты и от каких причин зависят».

Для выяснения всего этого А. С. Попов летом и осенью 1895 г. в Лесном институте в Петербурге на метеорологической станции у профессора Г. А. Любославского (1860–1915 гг.) и при его участии провел ряд наблюдений, используя для этого специально созданный регистрирующий прибор.

Результаты этих испытаний подтвердили практическую возможность осуществления радиосвязи (грозы не так уж часты, дожди и атмосферные разряды при ясной погоде не создают сплошной помехи). Получив эти данные, А. С. Попов, естественно, не только не прекратил своих работ в области радиосвязи, а наоборот, через несколько месяцев, внося в используемую им для этого аппаратуру значительные усовершенствования, вновь выступил с рядом докладов и демонстраций.

Позже (в 1897 г.) после летних испытаний радиосвязи, А. С. Попов подвел итоги наблюдениям над мешающим действием атмосферных помех. В отчете об опытах в кампанию 1897 г. он пишет: «Грозовые тучи и даже облака, давая электрические разряды, служат источниками электромагнитных волн, которые могут вызвать действие приемного прибора помимо станции отправления, и при частых разрядах во время грозы телеграфирование невозможно. Помимо же грозových разрядов, электрические колебания хотя и возникают иногда, но сравнительно редко, как показывают двухлетние наблюдения на Метеорологической обсерватории Лесного института, производимые над прибором, подобным приемнику, а потому не могут мешать сигнализации».

Помимо описанного выше использования «прибора для обнаружения и регистрирования электрических колебаний» с целью изучения атмосферных разрядов как источника помех беспроводной связи сам А. С. Попов, а за ним и другие ученые видели возможность применения этого «прибора» непосредственно для метеорологических исследова-

ний. О таком назначении «прибора» А. С. Попов в апреле 1895 г. отдельно докладывал на соединенном собрании Метеорологической комиссии Географического общества и членов Главной физической обсерватории. В том же году (в июле) этот «прибор» под названием «разрядоотметчик» был описан в книге профессора Д. А. Лачинова «Основы метеорологии и климатологии». В книге приводятся обстоятельно изложенные данные относительно схемы «прибора» и принципа автоматического синхронного декогерирования.

Одним из досадных заблуждений, получивших довольно значительное распространение в исторической литературе, посвященной изобретению радио, было утверждение, что А. С. Попов в 1895 г. изобрел только грозоотметчик, сам дал этому прибору такое наименование и именно его демонстрировал на заседании 25 апреля (7 мая) того же года.

Возникновение этого взгляда имеет свое объяснение. Прежде всего, так произошло потому, что в технической литературе того времени использованию грозоотметчика было уделено больше внимания, чем опытам по связи.

Разработка радиосвязи в России производилась в интересах военноморского флота, и этим, естественно, затруднялась публикация многого из того, что делалось. Получилось так, что литература, посвященная грозоотметчику, просто-напросто заслонила своим количеством все другие сведения о работах А. С. Попова в области радио. Кроме того, морское ведомство запрещало А. С. Попову публикации по его изобретению, считая их «закрытыми».

2.2. Гульельмо Маркони. Патент Маркони

Г. Маркони родился в 1874 г. в Болонье (Италия) в весьма обеспеченной семье. Учился в техническом училище в Ливорно. В возрасте 20 лет Маркони увлекся физикой, особый интерес у него вызывали исследования по теории электричества Дж. Максвелла, Г. Герца, Э. Бранли, О. Лоджа и А. Риги.

В 1894 г. Маркони прочитал об опыте, продемонстрированном в 1888 г.: электрическая искра, проскакивающая через зазор между двумя металлическими шариками, порождала периодические колебания, или импульсы (волны Герца). Маркони сразу же пришла мысль использовать эти вол-



Г. Маркони
(1874–1937 гг.)
(Синергия: URL: www.siner-gia-lib.ru/index.php?section_id=182&id=228)

ны для передачи сигналов по воздуху без проводов. Следующие 40 лет своей жизни он посвятил беспроволочной телеграфии, добиваясь все большей эффективности и дальности передачи.

Получив консультацию у профессора Риги, Маркони воспользовался вибратором Герца и когерером Бранли (детектором волн Герца, превращающим колебания в электрический ток) и передал сигнал, включавший электрический звонок, находившийся по другую сторону лужайки отцовского поместья. К середине 1895 г. Маркони создал более чувствительный и надежный когерер: включил телеграфный ключ в цепь передатчика, заземлил вибратор и присоединил один из его концов к металлической пластине, расположенной высоко над землей. В результате этих усовершенствований ему удалось передать сигнал на расстояние 1,5 мили. Поскольку итальянское правительство не проявило интереса к его изобретению, Маркони отправился в Англию в надежде найти там средства для продолжения исследований и развертывания коммерческого использования своего изобретения. В 1896 г. двоюродный брат Маркони Г. Дэвис помог ему составить патентную заявку на изобретение в области радиотелеграфии.

Пребывание Маркони в Англии началось с неприятности: подозрительные таможенники разбили его беспроволочный аппарат. Восстановив свое детище, Маркони сумел привлечь к нему внимание британских предпринимателей и правительственных чиновников. В сентябре 1896 г., усовершенствовав свою систему, он передал сигнал на расстояние почти в 2 мили. Когда итальянское правительство призвало его на трехлетнюю военную службу, Маркони удалось обеспечить себе формальное прохождение службы, числясь курсантом военно-морского училища при итальянском посольстве в Лондоне.

В июле 1897 г. Маркони получил патент на свой беспроволочный телеграф под названием «Усовершенствования в передаче электрических импульсов и сигналов в аппаратуре для этого» с приоритетом от 2 июня 1896 г. В мае 1897 г. он передал сигналы через Бристольский залив на расстоянии 9 миль. В июле того же года Маркони и небольшая группа вкладчиков ос-

новали «Компанию беспроволочного телеграфа и сигналов», в задачу которой входила установка аппаратов на плавучих и наземных маяках вдоль побережья Англии. В ходе работ Маркони обнаружил, что дальность передачи пропорциональна числу и длине используемых антенн. Чтобы передать сигнал на расстояние 28 миль через Ла-Манш Маркони использовал группу антенн, каждая из которых была высотой 150 футов. В 1900 г., опираясь на открытие Ф. Брауна, Маркони включил в свой передатчик конденсатор и катушку настройки, что позволило увеличить энергию сигнала. Конденсатор усиливал эффект колебаний, создаваемых искровым разрядником, а катушки позволяли добиться совпадения периода колебаний в антенне с периодом усиленных колебаний. Эти две цепи отныне можно было настраивать так, чтобы колебания в них происходили согласованно и тем самым не было бы гашения колебаний вследствие интерференции. Это сводило до минимума затухание сигнала.

Тогда же Маркони усовершенствовал и прием сигналов, включив в приемник катушку настройки, в результате чего от принимаемого сигнала когерентно передаются только колебания, настроенные на колебания передатчика. Этим исключается прием сигналов, передаваемых всеми остальными антеннами. Патент № 7777, выданный в апреле 1900 г., по существу, закреплял за Маркони монополию на использование настроенных друг на друга передатчиков и приемников. Основанная им компания была переименована в «Компанию беспроволочной телеграфии Маркони».

В конце 1900 г. Маркони удалось увеличить дальность передачи сигналов до 150 миль. В январе 1901 г. он установил беспроволочный контакт между некоторыми пунктами на побережье Англии, стоявшими друг от друга на расстоянии 186 миль. В конце того же года, находясь в Сент-Джоне на острове Нью-Фаундленд, Маркони принял сигнал, переданный через Атлантический океан из Корнуолла (Великобритания). Сигнал преодолел расстояние в 2100 миль. В 1902 г. Маркони передал первый беспроволочный сигнал через Атлантику с запада на восток. В 1905 г. он взял патент на направленную передачу сигналов. В 1907 г. Маркони открыл первую трансатлантическую службу беспроволочной связи, а в 1912 г. получил патент на усовершенствованную регулируемую во времени искровую систему для генерирования передаваемых волн.

Маркони и Браун были вместе удостоены Нобелевской премии по физике в 1909 г. «в знак признания их заслуг в развитии беспроволочной телеграфии». Говоря о теоретических исследованиях М. Фарадея, Г. Герца и других предшественников Маркони, Х. Хильдебрант из Шведской королевской

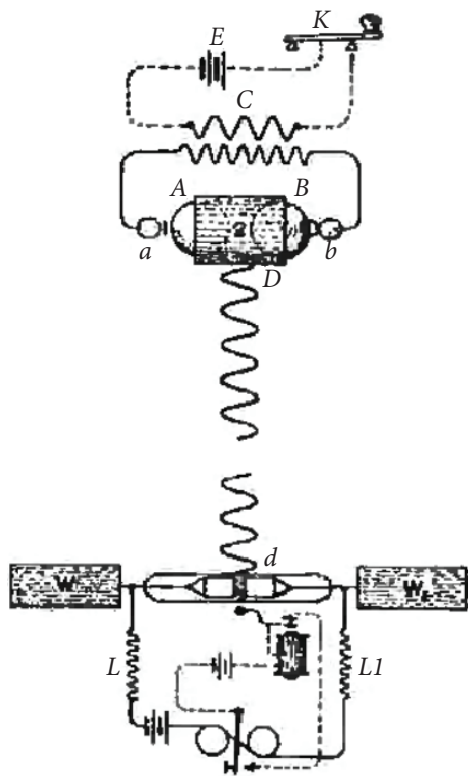


Схема беспроволочного телеграфа
Г. Маркони

академии отметил, что «главное (помимо неукротимой энергии, с которой Маркони шел к им же самой поставленной цели) было достигнуто, когда Маркони благодаря природным способностям удалось воплотить всю систему в виде компактной, пригодной для практического использования конструкции».

Во время Первой мировой войны Маркони выполнял ряд военных миссий и, в конце концов, стал командующим итальянским военно-морским флотом. Руководил он и программой по телеграфии для нужд итальянских вооруженных сил. В 1919 г. его назначили полномочным представителем Италии на Парижской мирной конференции. От имени Италии Маркони подписал договоры с Австрией и Болгарией.

Превратив свою паровую яхту «Элеттру» в дом, лабораторию и рабочий кабинет, Маркони в 1921 г.

приступил к интенсивным исследованиям коротковолновой телеграфии. К 1927 г. компания Маркони развернула международную сеть коммерческих коротковолновых телеграфных связей. В 1931 г. Маркони исследовал передачу микроволн и в следующем году установил первую радиотелефонную микроволновую связь. В 1934 г. он демонстрирует возможность применения микроволновой телеграфии для нужд навигации в открытом море.

В 1905 г. Маркони женился на уроженке Ирландии Беатрис О'Брайен. У них родилось трое детей. Через три года после развода, последовавшего в 1924 г., Маркони вступил во второй брак с графиней Бецци-Скали, от которой у него была дочь. Маркони скончался 20 июля 1937 г. в Риме.

Среди прочих наград Маркони был удостоен медали Франклина Франклиновского института и медали Альберта Королевского общества искусств в Лондоне. В Италии он получил наследственный титул маркиза, был сенатором и награжден Большим крестом ордена Короны Италии.

2 июня 1896 г. Маркони подал свою первую патентную заявку, содержание которой сохранялось в тайне около полутора лет. 25 сентября 1896 г. имя Маркони впервые появилось на страницах крупнейшего английского электротехнического журнала «Электричество». Редакция журнала, хорошо знакомая с работами Лоджа и других, высмеивала утверждение руководителя английских правительственных телеграфов Вильяма Приса, что молодой итальянский изобретатель Маркони достиг якобы «надежной связи на 1/4 мили, применяя когерер — прибор, хорошо известный своей склонностью к капризам».

Рекламная шумиха, поднятая вокруг опытов Маркони, не вызвала одобрения ученого мира, отлично разбиравшегося в сущности деятельности молодого итальянца. Оливер Лодж, сделавший чрезвычайно много для беспроволочной телеграфии и популяризации достижений Герца, писал:

«Один из студентов профессора Риги в Болонье услышал на лекции о передаче на расстоянии волн Герца и об их обнаружении сцеплением металлических опилок. Обладая чувством юмора и большой энергией, располагая свободным временем, он приступил к изготовлению подходящего когерера, упаковал его в запечатанную коробку и привез его в Англию, как секретное изобретение для дальнейшей сигнализации без проводов. Влиятельными лицами он был представлен главному инженеру Правительственного телеграфа, по-видимому, слишком занятому для того, чтобы помнить о последних достижениях в области волн Герца, вследствие чего было объявлено, что коробки содержат «новый план», который привезен в Англию. Были прочитаны доклады в Королевском институте и в Королевском обществе. Палата Лордов ассигновала 600 фунтов стерлингов на поставку специальных опытов, которые и были произведены опытным персоналом с присущим ему искусством. Можно поздравить господина Маркони с успехом его предприятия; о нем пишут в газетах этой страны и других стран, а также в популярных журналах. Теперь, наконец, английская публика услышала, очевидно впервые, что существуют электрические волны, которые могут передаваться на значительное расстояние и могут быть там обнаружены необычным образом. Так секретный ящик дал публике больше сведений, чем много томов трудов Английской академии наук. Наши старые друзья — волны Герца и когереры — стали общественными и получили национальное и даже международное признание. Каждая газета содержит сведения о практическом применении изобретения, за исключением сведений о тех невлиятельных лицах, которые усердно работают над его дальнейшей разработкой».

Как известно, А. С. Попов свое изобретение радиосвязи не запатентовал, но сделал его путем широкой огласки в печати достижением всего человечества. Этим самым он лишил права на приоритет других претендентов и пресек всякие поползновения отдельных фирм на мировую монополию. Но все же борьба на этом фронте разгорелась.

В июле 1897 г. в Англии возникла фирма Маркони под названием «Общество телеграфии и сигнализации без проводов» с основным капиталом 100000 фунтов стерлингов. С самого начала своей деятельности компания стремилась осуществить мировую монополию и с этой целью прибегала к самым разнообразным приемам. В частности, предпринимала попытки запатентовать систему радиосвязи в различных странах, но из этого ничего не вышло, так как большинство стран, за исключением Италии, ссылаясь на существование «системы» А. С. Попова, в выдаче патентов фирме отказало. Компания прибегала к широкой и хорошо поставленной рекламе, что, конечно, оказывало свое влияние; действовала в своих интересах через различные государственные органы, ведавшие радиосвязью, и через отдельных лиц, причастных к этой новой отрасли техники.

В Германии, как уже было отмечено, интерес к только что возникшей радиотехнике в первую очередь проявил А. Слаби (1897 г.), который привлек к сотрудничеству инженера Г. Арко. Оба они ориентировались на из-



К. Браун
(1850–1918 гг.)

(Индикатор: URL: <https://indicator.ru/article/2017/04/29/karl-ferdinand-braun/>)

вестную фирму АЕГ — «Всеобщую электрическую компанию». С другой стороны, не менее известная немецкая фирма «Сименс и Гальске» пригласила для работы в области беспроводной телеграфии профессора К. Брауна и тоже организовала производство радиоаппаратуры. До 1903 г. обе фирмы действовали порознь, но в конце года они слились в одну, получившую название «Телефункен» и ставшую затем крупным конкурентом компании «Маркони». Во главе новой фирмы стал Г. Арко, а научное руководство в ней осуществляли А. Слаби и К. Браун.

О профессоре Страсбургского университета К. Брауне следует сказать хотя бы несколько слов: в истории радиотехники он впоследствии сыграл видную роль. Не говоря уже о том, что им в 1897 г. была предложена и сконструирована

на «брауновская» электронно-лучевая трубка, ему принадлежат введение им впервые в практику (1900 г.) «сложных» схем в передатчиках, выделение разрядника и антенны в отдельные колебательные контуры и использование в приемниках двух связанных колебательных контуров, обнаружение униполярной проводимости контактов двух минералов между собой или контактов минералов с металлами и использование этого эффекта для создания кристаллических детекторов (1906 г.), создание рамочных антенн (1913 г.) и др.

Фирмы «Маркони» и «Телефункен» в начальный период радиотехники на мировой арене оказались основными конкурентами, вступившими в борьбу за рынки сбыта в крупном масштабе. Французские фирмы в рассматриваемое время в счет идти не могли, так как они едва справлялись с удовлетворением внутренних и колониальных потребностей своей страны да поставляли аппаратуру по некоторым не крупным русским заказам (Дюкрете). Фирмы США до поры до времени также в основном занимались удовлетворением внутренних нужд своей страны и конкуренцией в рамках своего государства.

В 1897 г. Г. Маркони решил добиться патента на свою систему радиосвязи в России, но этого ему сделать не удалось вследствие того, как это видно из отзыва Морского ведомства, что «передача сигналов с помощью электрических импульсов, возбуждаемых при посредстве различных вибраторов, и приемников с чувствительными трубками или слабыми контактами не представляет новости для Морского ведомства, где работа в этом направлении производится с 1895 г. Все источники электрических колебаний, перечисленные в спецификации Г. Маркони, по существу известны и вошли в курсы специальных учебных заведений Морского ведомства...». Кстати говоря, Г. Маркони не предпринимал никаких шагов для того, чтобы опротестовать этот отказ. Значит, данных у него для этого не было.

2.3. Владимир Владимирович Скобельцин. Усовершенствование приемника А. С. Попова

В. В. Скобельцин — русский советский физик, профессор, директор Петроградского политехнического института. Скобельцин родился 4 (16) марта 1863 г. в Курске в семье потомственного дворянина. Род Скобельци-



В. Скобельцин
(1863–1947 гг.)

(Кафедра экспериментальной
физики: URL: <https://physics.spbstu.ru/history/heads/skobelzin/>)

ных известен в российской истории с XVI века. В Псковском историческом музее экспонируется грамота царя Алексея Михайловича о дарении «боярину Скобельцину» поместья под Псковом. В роду Скобельциных было много служивых людей, в том числе и военных в генеральских чинах. С десятилетнего возраста Скобельцин жил в Петербурге и воспитывался в I-ой Петербургской классической гимназии. Окончив ее, в 1882 г. поступил на физико-математический факультет Петербургского университета. 16 декабря 1887 г. получил свидетельство на звание учителя физики и математики.

2 апреля 1896 г. в электротехническом институте в Санкт-Петербурге ассистент профессора физики В. В. Скобельцин сделал доклад о приборе А. С. Попова с демонстрацией передачи и приема электромагнитных колебаний под названием «Прибор А. С. Попова для регистрации электрических колебаний». Из-

готовленный им собственноручно в институтской физической лаборатории приемник представлял видоизмененную схему приемника А. С. Попова, но с дополнением. В. В. Скобельцин увидел его явное электрическое несовершенство, а именно: когерер имел значительно большее сопротивление, чем обмотка управляющего реле, он блокировался, «закорачивался». Поэтому В. В. Скобельцин ввел в первичную когерерную цепь два дополнительных сопротивления опять-таки для согласования отдельных участков цепи по напряжению. Поскольку в те времена они были проводочными и для уменьшения размеров скрученные в катушку, то обладали определенной индуктивностью, и весь контур с когерером уменьшал собственную резонансную частоту, на что Скобельцин не обратил внимания. Колебательные процессы воспроизводились электрофорной машиной. Во время лекционной демонстрации была осуществлена передача электромагнитных импульсов на расстояние около 40 метров из соседнего здания, в то время самая дальняя в России.

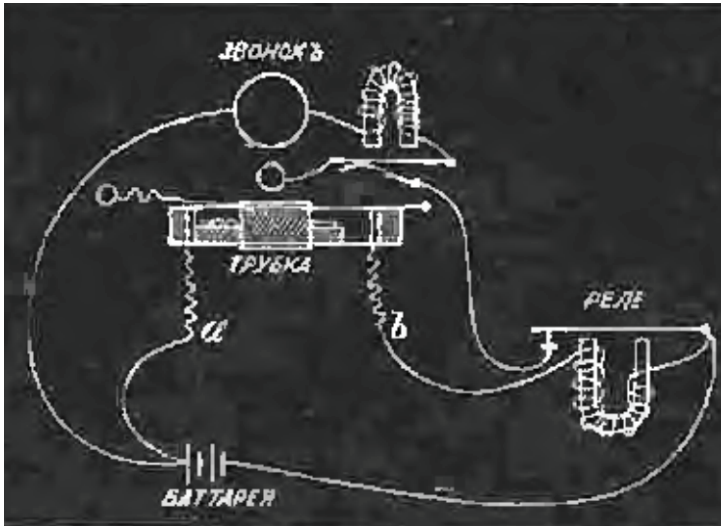


Схема приемника В. Скобельцина:
 а и б — проволочные сопротивления
 (Blackboard Learn: URL: <https://blackboard.petsu.ru/>)

Докладчик показал, что это расстояние можно увеличить, если к одной из проволок а и б присоединить кусок медной проволоки, протянув ее в воздухе от прибора к штативу, изолированному от земли.

Если сопротивление а имело индуктивность L_1 , сопротивление б — индуктивность L_2 , индуктивность реле L , то последовательный контур, включающий батарею, когерер и указанные индуктивности, имел по формуле Томсона резонансную частоту:

$$\omega_p = \frac{1}{\sqrt{(L_1 + L_2 + L)C}}.$$

Однако индуктивности L_1 и L_2 , имеющие всего несколько витков в сумме много меньше L : $(L_1 + L_2) < L$ (обмотка реле содержит, как правило, сотни витков), то ни о какой «селекции», как утверждает В. И. Шапкин [11], не может быть и речи, так как изменение ω_p в формуле Томсона будет почти незаметным.

Поэтому выводы В. И. Шапкина о том, что у А. С. Попова — приемник электромагнитных колебаний, а у В. В. Скобельцина — радиоприемник, так как тот имеет свойства селективности, — безграмотные в радиотехническом смысле выдумки, в которых легко может разобратся любой сту-

дент-радист, прослушав курс основ теории электрических цепей. И прежде, чем ставить Скобельцина выше и раньше Попова, прочитать бы ему название доклада Скобельцина. Кстати, сам Владимир Владимирович никогда в своей долгой жизни не претендовал и даже не упоминал о своей претензии на первенство в изобретении радио, отдавая приоритет А. С. Попову, с которым был лично знаком.

2.4. Кто же изобретатель радио?

Разработка радиосвязи в России производилась в интересах военно-морского флота, и этим, естественно, затруднялась публикация многого из того, что делалось. Получилось так, что литература, посвященная грозоотметчику, просто-напросто заслонила своим количеством все другие сведения о работах А. С. Попова в области радио. Кроме того, морское ведомство запрещало А. С. Попову публикации по его изобретению, считая их секретными.

Вскоре, однако, оказалось излишним оставлять в тайне изобретение русского ученого. В июне того же года итальянец Маркони подал в Англии патентную заявку на аналогичное изобретение, а осенью 1896 г. в прессе начали появляться первые рекламные сообщения о нем. Лишь в следующем году была опубликована схема Маркони. Попову, который взял на себя огромный труд по радиофикации флота, пришлось часто отрываться от своих основных занятий и неоднократно выступать устно и в печати в защиту своих прав. Он не был одинок. В русских общественных кругах, среди деятелей флота и на страницах мировой научной литературы он находил не только признание, но и нередко действенную поддержку. Притязания Маркони на приоритет вызвали возмущение и негодование не только в нашей стране, но и за ее пределами.

Интересно, что по поводу приоритета в изобретении радио пишет В. Д. Меркулов [12], взявший на себя труд съездить в Англию и провести доскональное исследование вопроса об авторстве Маркони в изобретении радио. Обратил автор внимание и на отдельные работы, излагающие свое видение преимущественной роли Маркони в становлении и развитии телеграфии без проводов в конце XIX века. С большим интересом прочитал в Интернете множество зарубежных англоязычных (английских и американских) статей, посвященных рождению радиотелеграфии. Некоторые

из них, например, отдают должное Попову в проведении первых сеансов связи с генераторами часто повторяющихся импульсных сигналов, однако все-таки не соглашаются с его приоритетом по отношению к Маркони.

В подавляющем же большинстве материалов (неподдающихся исчислению) и вовсе утверждается, что Маркони приступил к проведению опытов по передаче и приему электромагнитных возмущений в 1894 г., то есть на год раньше публичного выступления Попова на известном заседании РФХО, завуалировано сказано, что именно тогда и было изобретено радио. Все это показалось автору чрезвычайно интересным. Естественно, захотелось изучить документы. И тут выяснилось, что все в отношении Попова, — правда, официальные бумаги есть. Что же касается Маркони? Не существует никаких документов, подтверждающих хоть какие-нибудь работы по беспроводной телеграфии, выполненные им в 1894–1895 гг. Нельзя же серьезно относиться, например, к мемуарам не знавшего грамоты садовника семьи Маркони, пересказанным письменно его сыном, или дочери Маркони, родившейся в 1908 г.

Сам Маркони в ответном выступлении при вручении ему Нобелевской премии по физике в 1909 г. заявил, что «регулярно никогда не занимался физикой и электротехникой. У себя дома в Италии, близ Болоньи (в родовом поместье), стал проводить исследования и опыты по беспроводной передаче телеграфных знаков и символов посредством Герцевских волн лишь в начале 1895 г.». Однако и это заявление не может служить фактологическим подтверждением. В то время Маркони шел лишь 21-й год и он не имел даже средне-технического образования, документ обращения Маркони к беспроводной телеграфии появился только 2 июня 1896 г. (на 13 месяцев позже официального выступления Попова в РФХО). Это была легендарная предварительная заявка (ПЗ) на изобретение (патент) в Британское патентное бюро (БПБ) под № 12039. Историкам изобретений известно немало случаев одновременного проведения исследовательских работ в отдаленных друг от друга странах, и разница в 13 месяцев считается существенной. Однако зарубежные популяризаторы ранней истории беспроводной связи все-таки сходятся во мнении, что основополагающее техническое решение по радиотелеграфии, схемы приемно-передающей аппаратуры показаны Маркони в ПЗ № 12039, а не Поповым на упомянутом историческом заседании РФХО.

За прошедшие более чем 100 лет в защиту приоритета британского изобретения исписаны десятки тысяч текстовых и иллюстративных страниц. Комичность и трагедия ситуации заключаются в том, что никто из хода-

тайствующим за Маркони авторов никогда даже не видел полного текста ПЗ № 12039. Убедился в этом автор статьи, когда сам решил с ней познакомиться, — ее нигде не было. Она никогда не публиковалась в открытой печати, с нее не снимали копии для музеев, общедоступных архивов и др.

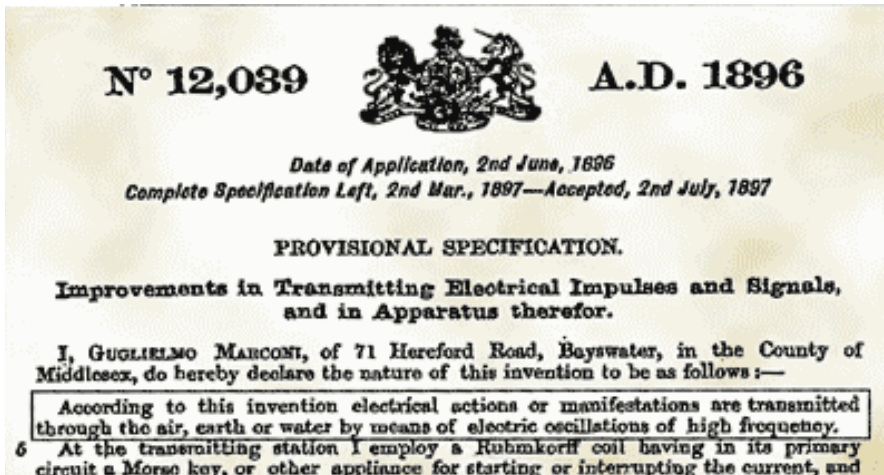
Тогда автор решил сделать запрос в БПБ. Оттуда пришло удивительное сообщение — «в анналах бюро патентов предварительная заявка за № 12039 не хранится, за давностью времени и ненадобностью она в свое время была уничтожена». После многократных письменных обращений и разговоров по телефону удалось все-таки проследить жизненный путь этой ПЗ. Через непродолжительное время после подачи, положительного решения и последующей выдачи по ней патента, она была изъята из БПБ и передана на хранение самому Маркони.

В 2004 г. “Marconi corporation” рассекретила коллекцию Маркони. Образцы техники были переданы на хранение в Музей истории науки английского Оксфордского университета, письменные документы — в библиотеку этого учебного заведения. Сейчас с первой страницей ПЗ № 12039 может ознакомиться любой желающий в Интернете. Автору удалось получить полный текст этой ПЗ (за значительную сумму денег).

Документ включает в себя два листа стандартного размера (формата А4), исписанные печатным шрифтом с одной стороны, и конверт, куда их вкладывают. Самым большим «откровением» документа оказалось то, что он не содержит иллюстративного материала. Заявитель не поместил в него ни схемы, ни диаграммы, ни чертежи устройств. Спрашивается, о каком превосходстве, например, радиотелеграфного приемника Маркони, можно вести речь, если даже по прошествии 13 месяцев после выступления Попова в РФХО схема приемного устройства Маркони не была обнародована.

Наименование предложенного на экспертизу изобретения «Усовершенствования в передаче электрических импульсов и сигналов и в аппаратуре для этого». Великое множество популяризаторов творчества Маркони восторженно приняли текст этого заголовка. Однако термин «усовершенствование» сразу жестораживает, из него вытекает, что автор предлагает не что-нибудь новое, а лишь улучшение чего-то уже известного. Перечисление «усовершенствований» начинается сразу же в первом абзаце титульного листа (фрагмент его показан на рисунке) после представления формальных сведений об авторе: «Соответствующие этому изобретению электрические действия или проявления передаются через воздух, землю, воду путем электрических колебаний высокой частоты» (фраза выделена автором в рамку). Поместив это утверждение в официальный доку-

мент, заявитель «прокололся по-крупному» [12]. Сказанное означает, что ко времени подачи заявки претендент на изобретение радио не был знаком с ранее выполненными теоретическими и практическими работами Г. Герца и Н. Тесла и сам не проводил практических экспериментальных работ. Если бы он их провел, то быстро убедился, что электрические колебания высокой частоты (электромагнитные колебания — ЭМК) сквозь землю и воду не проходят.



Фрагмент титульного листа предварительной заявки на изобретение, поданной Г. Маркони в Британское патентное бюро 2 июня 1896 г.
(Виртуальный компьютерный музей: URL: www.computer-museum.ru/connect/marconi_1.htm)

К другим основным «усовершенствованиям» относятся предложения: сделать герметичной стеклянную трубку-детектор с металлическими опилками, а также по известному ему уже тогда методу Попова автоматически встряхивать трубку после прохождения по детектору полезного сигнала. К трубке с обоих концов предлагается присоединить металлические пластины «подходящей длины, чтобы вызвать электрический резонанс в унисон с электрическими колебаниями передатчика».

Следует указать, что в ПЗ отсутствуют пояснения по внешнему улавливателю колебаний, термин «антенна» отсутствует. Под пластинами «подходящей длины», скорее всего, подразумевается плоскостная антенна, известная по экспериментам Герца. Нужно также признать, что ПЗ, помимо весьма ограниченного технического описания, обладает еще весьма алогичным изложением материала, с трудом постигаемого даже с учетом мно-

гозначности многих английских слов. ПЗ больше похожа на набор тезисов или заявление о намерениях.

Сформулированное вначале нелепое и голословное утверждение повторено еще раз в конце текста. В предпоследнем абзаце сказано о том, что не проверялось практически и чего в реальности не существует: «Когда передачи идут через землю или воду, я присоединяю один конец трубки или контакта (от автора — имеется ввиду детектора) к земле, а другие концы к предпочтительно похожим друг на друга изолированным земли проводникам или пластинам в воздухе».

В феврале 1896 г. Маркони, имея при себе «секретную» схему и коробку с деталями, отбыл в Лондон, где благодаря родственным связям был представлен аристократу голубых кровей главному инженеру телеграфа Великобритании В. Прису. Своей настойчивостью, целеустремленностью и деловой хваткой Маркони произвел на Приса самое выгодное впечатление. Начиная с февраля 1896 г. Прис содействовал технической проверке и доработке приемно-передающей аппаратуры, помогал Маркони в составлении первой в его жизни заявки. По тексту ПЗ проступают отдельные рационализаторские телеграфные предложения, например, по искрогашению контактов реле шунтирующими резисторами и др. Однако, как уже сказано, не все получилось гладко.

Прис находился в хороших научно-технических и приятельских отношениях с известным английским физиком О. Д. Лоджем. Знаменитый немецкий физик Г. Герц работами, проведенными в 1880-х гг., экспериментально доказал распространение ЭМК в пустом пространстве со скоростью света. После этого Лоджем было показано распространение ЭМК в проводниках с той же скоростью. Свои соображения о прохождении ЭМК по проводникам и другим физическим средам Лодж до конца не проверил. Можно предположить, что и он, и Прис полагали, что если ЭМК, как и электрический ток, с одинаковой скоростью «бегут» по металлическим проводам, то ЭМК также побегут и в других средах, в том числе в толще земли и воды. Проходимость ЭМК сквозь землю и воду Прис надеялся использовать для связи с угольными шахтами и подводными лодками. Весьма возможно, именно поэтому, по рекомендации Приса, Маркони и вписал в ПЗ ошибочное положение о способности ЭМК проникать через землю и воду.

Попутно следует заметить, что к тому времени, когда Маркони сочинял заявку, Лоджем для стеклянной трубки-детектора с металлическими опилками был придуман термин «когерер», утвердившийся в дальнейшем.

Однако по соображениям патентной чистоты и вероятных претензий Лоджа этот термин по распоряжению Приса не был использован Маркони.

Было решено пригласить представителей армии и флота на смотр новой техники связи. Испытания проходили 2 сентября 1896 г. в Солсбери под Лондоном при большой аудитории. Известно, что передатчик состоял из катушки Г. Румкорфа, соединенной с разрядником, аналогичным разработанному Риги в Болонье. Показаны были несколько модификаций приборов: передающие устройства с антеннами из длинного провода и в виде параболического рефлектора, приемники с печатающим механизмом (ПМ) и антеннами в виде длинного провода и параболического рефлектора 61×81×30 см, но без ПМ. Ни в одном из приемников не были применены указанные в тексте ПЗ плоские металлические пластины, присоединенные к трубке-детектору. Результаты испытаний разочаровали военных. С трехметровой наружной антенной приемники могли ловить сигналы на расстоянии менее 0,5 км, что потенциальных заказчиков никак не удовлетворило. Передатчик и приемник с параболическими рефлекторами показали дальность 2,5 км, но представителей флота это тоже не устроило, поскольку рефлекторы требовали ориентирования друг на друга, что на плавущем судне обеспечить почти невозможно. По этой причине в дальнейшем рефлекторные антенны применяли только на суше для стационарных объектов.

Следующая встреча с военными проходила в марте 1897 г. также в Солсбери. Происшедшее там стало известно корреспондентам некоторых газет, назвавшим событие «аттракционом». Антенна приемника длиной 40 м была поднята на высоту газовым баллоном («минивоздушным шаром»). Однако дальность приема все равно не превысила 5 км. Приемно-передающие устройства с рефлекторами в испытаниях не участвовали. В практическую возможность эксплуатации техники нового вида связи военные опять же не поверили.

В дневнике Кемпа (помощника Маркони, назначенного Присом), который он начал вести с июля 1896 г., записано, что по предложению Приса 12 декабря 1896 г. в конференц-зале Лондонского филантропического образовательного института, расположенного в восточной части города, состоялось первое официальное публичное представление беспроволочной телеграфии. Интересующиеся современными достижениями немногочисленные представители научной интеллигенции и прессы увидели закрытые черные ящики, с которыми расхаживали Прис на сцене и Маркони в зале. При нажатии Присом телеграфного ключа у Маркони сраба-

тывал расположенный наверху корпуса звонок, демонстрации произвели сильное впечатление. Публике понравилась манера поведения Маркони. На другой день в газетах появились похвальные статьи, впервые упоминавшие Маркони в широкой прессе. Фонды “Marconi corporation” не располагают копиями статей-откликов на событие, происшедшее в конце 1896 г.

Во всех первых демонстрациях беспроводной приемно-передающей аппаратуры с лекциями и разъяснениями выступал Прис. Не делалось никаких сообщений о поданной заявке на патент и проводимой самим Присом ее экспертизе по поручению БПБ. Маркони представлялся присутствующим всего лишь подающим надежды ассистентом, молчаливо выполняющим распоряжения Приса.

Из всего вышесказанного можно сделать вывод, повторив, что в ПЗ № 12039 не даны схемы и чертежи аппаратуры, текстовая часть полна несуразицей, редкой для такого рода официальных описаний, не содержит связного и понятного изложения работы приемника, вокруг схемы и конструкции которого, собственно, и идут споры вот уже более 100 лет. На всех сеансах связи, проведенных Присом и Маркони в 1896 г., существо изобретения не раскрывалось, схемы устройств также не довелось видеть никому. Однако некие конкретные передатчики и приемники были. Возможно, что и те самые из «коллекции Маркони», датированные 1896 г., ныне хранящиеся в музее Оксфордского университета. Но доверять этому полностью не следует. Они не снабжены документами, показывающими привязку их к 1896 г., и более похожи на аппараты, изготовленные в последующие годы. На основании изложенного можно судить, что по прошествии 20 месяцев после выступления Попова на заседании РФХО у Приса и Маркони еще не было «изобретения радио».

В Русском физико-химическом обществе, где в 1897 г. также разбирался вопрос о приоритете А. С. Попова по отношению к Г. Маркони, было внесено предложение, «...чтобы привилегия на новый способ не выдавалась бы в России Маркони или другому иностранцу». На этом основании Г. Маркони патента в России не получил. При каких обстоятельствах Г. Маркони было отказано в патенте в Германии, красочно рассказывает ставший впоследствии одним из крупнейших русских электротехников Б. И. Угримов, бывший в 1898 г. практикантом профессора А. Слаби в Высшей технической школе в Берлине.

В 1899 г. А. Слаби и его ассистент Г. Арко начали дальнейшие исследования процесса сигнализации без проводов, учитывая громадное значение его для флота. Как раз в это время немецкий адмирал А. Тирпиц

(1849–1930 гг.), один из наиболее реакционных и агрессивных представителей германского империализма, выдвинул идею постройки Германией большого военно-морского флота. «Однажды, — вспоминает Б. И. Угримов, — проф. Слаби вызвал меня к себе и спросил, что я знаю про опыты русского профессора А. С. Попова. В то время мои знания об опытах А. С. Попова ограничивались лишь краткими сообщениями в русских газетах, о чем я и сообщил Слаби. Он чрезвычайно заинтересовался и этими скромными сведениями и поручил мне собрать всю русскую литературу о работах А. С. Попова и перевести ее для него на немецкий язык. Зная, что А. С. Попов преподает в Кронштадтских минных классах, я написал ему письмо с просьбой выслать мне все, что опубликовано по его работам. В скором времени А. С. Попов выслал мне довольно толстую бандероль со своими докладами по регистрации грозových разрядов и другими, читанными в публичных собраниях Русского физико-химического общества и других открытых собраниях.

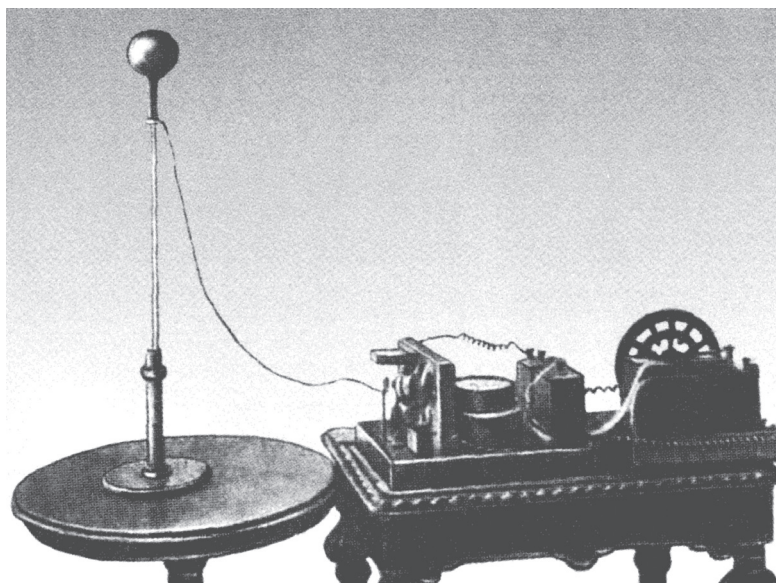
Быстро я перевел весь присланный материал на немецкий язык и представил его вместе с присланными брошюрами А. С. Попова профессору Слаби. Профессор при мне тут же все прочел и тогда открыл мне, что он состоит членом германского патентного управления, куда итальянец Маркони, работающий в настоящее время в Англии, обратился с просьбой выслать ему патент на беспроводный телеграф — «радиотелеграф». Далее Слаби сказал, что на основании сообщенных мною сведений о работах А. С. Попова совершенно ясно, что пальма первенства изобретения радиотелеграфа, несомненно, принадлежит по времени А. С. Попову, как явствует из дат обнародования изобретений того и другого в прессе. На основании этих данных, — сообщил далее профессор Слаби, — германский патент на изобретение Маркони радиотелеграфа выдан быть не может. Эту приятную новость я сообщил в длинном письме А. С. Попову в Кронштадте, на что получил весьма теплое ответное письмо с выражением признательности и благодарности за защиту русского изобретения на немецкой территории».

Как могли быть встречены во Франции патентные притязания фирмы «Маркони», легко представить себе по многочисленным публикациям Э. Дюкрете, пропагандировавшем работы А. С. Попова, и их — Попова и Декрете — сотрудничеству в фирме «Дюкрете и К». Здесь Г. Маркони патента на свою систему связи без проводов также не получил.

В США попытки Г. Маркони запатентовать в качестве предложения разработанную им систему связи без проводов также успеха не имели. Пока речь шла о сравнимых системах связи А. С. Попова и Г. Маркони,

естественно, что американские предприниматели считали, что пользуются системой А. С. Попова, так как последняя была хорошо известна, а запатентована не была. Больше того, некоторые предприятия стремились даже установить личные контакты с изобретателем радио, и с этой целью их представители приезжали в Петербург. Об одном таком случае, например, сообщает газета «Северная Америка», издававшаяся в начале нашего века в Филадельфии.

В номере этой газеты от 11 сентября 1901 г. была помещена корреспонденция, озаглавленная «Сообщения, передаваемые на 260 миль по системе беспроволочного телеграфа Попова, усовершенствованной Генри Шумейкером из Филадельфии». Кроме портрета А. С. Попова в газете были даны два фотоснимка его приборов: один — в виде отдельно изображенного приемника и другой — в виде того же приемника с подключенной антенной и с телеграфным аппаратом.



Приемник А. С. Попова с подключенной антенной и с телеграфным аппаратом
(Маринэк: URL: <https://landcomm.ru/dokumentacija/11754/>)

Уже давным-давно утихли патентные споры вокруг технических методов первоначальной реализации самой идеи связи без проводов. За долгие годы своего существования техника радиосвязи коренным образом изменилась, и сейчас возвращение к этой теме имеет лишь чисто познавательное значение. А вот вопросы приоритета в изобретении радиосвязи

нет-нет да и всплывают на поверхность нашей современности, приобретая иной раз окраску идеологической борьбы. В 1947 г. итальянские правительственные круги решили отпраздновать 50-летие со дня изобретения радио в противовес тому юбилею, который был отмечен СССР и прогрессивными людьми всего мира в 1945 г. В 1962 г. отдельные американские авторы, вероятно, подогреваемые принципами холодной войны, пытались доказать, что А. С. Попов известен лишь своим грозоотметчиком, а признание его изобретателем радиосвязи является ничем иным, как «агрессией Советского Союза в сфере научных и технических достижений».

Это утверждение есть не только в работах американских авторов. В 2005 г. вышла в свет книга В. И. Шапкина «Радио. Открытие и изобретение» [11], в которой через 110 лет после появления первой системы радиосвязи снова с якобы неоспоримой аргументацией доказывается приоритет Маркони как изобретателя радио и Крукса, как первооткрывателя радио. Но Крукс на самом деле ничего не открывал, а только лишь позволил себе некоторые, правда гениальные, гипотезы — предсказания о том что такое радио и каким оно должно быть в структурном плане. Но ведь гипотезы и открытие — это разные вещи. Он ведь много предсказывал и по поводу передачи и приема мыслей на расстоянии, однако безрезультатно.

Шапкин вообще представил А. С. Попова как недоучку, не имеющего ни докторской, ни магистерской степени. Поставил его помощника в Минных офицерских классах (по теперешним понятиям заведующего лабораторией) П. Н. Рыбкина не только соавтором изобретения радио, но и выше, назвав труд Попова изобретением Попова — Рыбкина, хотя Рыбкин всего лишь помогал собирать устройство по нарисованной Поповым схеме. Назвал «квасными патриотами», переместившими проблему приоритета из исторической науки в «националистическую практику» А. И. Берга, М. И. Радовского, И. В. Бренева (кстати, назвав его, капитана первого ранга, прослужившего всю жизнь на флоте «полковником ВМФ») и многих других, а вернее всех других, думающих иначе.

В 1907 г. вышла в свет книга «Научные основания беспроволочной телеграфии» А. А. Петровского, преемника А. С. Попова по Минному офицерскому классу и одного из виднейших пропагандистов его дела. Автор, на глазах у которого протекала деятельность Попова, убедительно показал, кому принадлежит честь изобретения нового средства связи. «По всей вероятности, — писал Петровский, — немало лиц занялись усовершенствованием технических приспособлений, которые позволили бы использовать явление электромагнитных волн для целей сигнализации на значитель-

ных расстояниях. И Россия должна гордиться тем, что первый, кому удалось это осуществить, был одним из ее сынов. Именно 7 мая 1895 г. на заседании физического отделения Русского физико-химического общества было заслушано сообщение А. С. Попова, во время которого он изложил устройство и продемонстрировал действие изобретенной им комбинации приборов для приема электромагнитных импульсов».

Итак, принимая во внимание вышеизложенное, в Италии изобретателем радио считается Маркони, в США — Тесла, во Франции — Бранли, в Германии — Герц, в Великобритании — Лодж, в России — Попов.

На самом же деле для нас и людей грядущих поколений научный подвиг А. С. Попова служит ярким и достойным подражания примером в борьбе за прогресс, за утверждение нового, то есть он созвучен тем идеям и настроениям, которые пронизывают всю нашу современность.

2.5. Радиоприемник, переживший века

В экспериментах на Балтийском флоте для приема сигналов использовался радиоприемник с электромагнитным реле, которое предназначалось для включения телеграфного аппарата. К радиоприемнику подключалась антенна, находившаяся на высоте 14 м. Однажды во время проведения экспериментов исчез прием сигналов на телеграфный аппарат. Экспериментаторы П. Н. Рыбкин и Н. Н. Георгиевский решили, что это связано с малой мощностью приходящего сигнала. На это указывало и то, что молоточек, встряхивающий когерер, бездействовал, оставаясь неподвижным, хотя радиосигналы передавались с соседнего форта. Тогда П. Н. Рыбкин, пытаясь установить возможные неисправности радиоприемника, предположил, что возникшая неисправность может быть связана с поломкой нового электромагнитного реле, включенного на выходе приемника. Недолго думая, он подключил наушники вместо реле и отчетливо услышал телеграфные сигналы, посылаемые с форта «Константин». Прием азбуки Морзе на слух означал, что когерер работает в режиме амплитудно-линейного детектирования без процесса встряхивания металлического порошка. Немедленно была послана телеграмма А. С. Попову, который в этот момент времени был в Швейцарии, с текстом: «Открыто новое свойство когерера».

14 июня 1988 г. А. С. Попов возвратился в Кронштадт и в течение месяца занимался исследованием эффекта детектирования когерера. Результатом

этой работы стала разработка схемы радиоприемника с использованием эффекта детектирования когерера и изготовление на ее основе реальной конструкции. Первый в мире слуховой радиоприемник был назван изобретателем «Телефонный приемник депеш». Слуховой приемник имел чувствительность в несколько раз большую, чем радиоприемник с обычным когерером. А. С. Поповым было разработано несколько схем детекторных радиоприемников. Заложенные в них технические решения до сих пор используются при создании различных типов радиоприемников, в том числе и детекторных. Так, для повышения избирательности приема была применена индуктивная связь антенны с контурной катушкой, а для увеличения громкости звука — включение телефонов через низкочастотный трансформатор.



П. Н. Рыбкин

14 июля 1899 г. А. С. Попов подал в Комитет по техническим делам при Департаменте торговли и мануфактур России прошение о выдаче ему патента на разработанный детекторный радиоприемник с наушниками. К заявке было приложено описание приемника, чертежи схем.

Через некоторое время, не дожидаясь официальной выдачи автору патента на изобретение, фирма «Дюкрете» в Париже наладила производство телефонных приемников конструкции А. С. Попова.

Процедура выдачи отечественного патента затянулась на целых два года. За это время ученому удалось запатентовать свое изобретение в Англии и Франции. Английский патент № 2797 от 7 апреля 1900 г. был выдан на «усовершенствование когереров для телефонной сигнализации». Интересно, что английское патентное бюро рассмотрело заявку в рекордно короткий срок — менее чем за два месяца. Патентование за границей принесло ученому определенный доход, а после его кончины семья получала дивиденды от этого изобретения. Только 30 ноября 1901 г. ученый получил, наконец, русский патент — «привилегию № 606 на приемник депеш, посылаемых с помощью электромагнитных волн». Открытие слухового приема позволило России занять ведущие позиции в мировой радиотехнике, а день выдачи русского патента на это изобретение можно считать днем рождения детекторного приемника.

Результаты исследований по беспроволочной телеграфии с применением слухового детекторного приемника были доложены А. С. Поповым на Международном электротехническом конгрессе в Париже 8 августа 1900 г. и получили общее научное признание.

А. С. Попов не остановился на достигнутых результатах и продолжал совершенствовать конструкцию слухового детекторного радиоприемника. Все в том же 1900 г. ему удалось создать первый твердотельный детектор, пригодный для практических целей. Он представлял собой кристаллический точеный диод с контактом стальных иголок и угольных шайб. Конструктивно кристаллический детектор А. С. Попова был выполнен в виде эбонитового цилиндрического корпуса с навинчивающимися на его основание двумя крышками, внутри которых находились угольные диски. Между шайбами параллельно большей оси корпуса располагались поджатые крышками стальные иголки, имеющие заострение с обоих концов. Кристаллический диод был успешно применен А. С. Поповым в детекторном телефонном радиоприемнике.

Радиоприемники с кристаллическим детектором получили вначале широкое распространение в армии, а с появлением в 20-е годы XX века сети широкоэмитальных радиостанций — и в быту. Детекторный приемник с кристаллическим детектором и наушниками был долгое время самым распространенным радиоприемным устройством благодаря своей простоте и дешевизне. В настоящее время интерес к конструированию детекторных радиоприемников для приема радиовещательных станций активно поддерживается радиолюбителями, которым удастся получить громкоговорящий прием радиопрограмм без источника постоянного тока и при минимуме радиодеталей в схеме.

ГЛАВА 3.

Первые шаги радиосвязи [8]

3.1. Гогландская эпопея. Спасение рыбаков

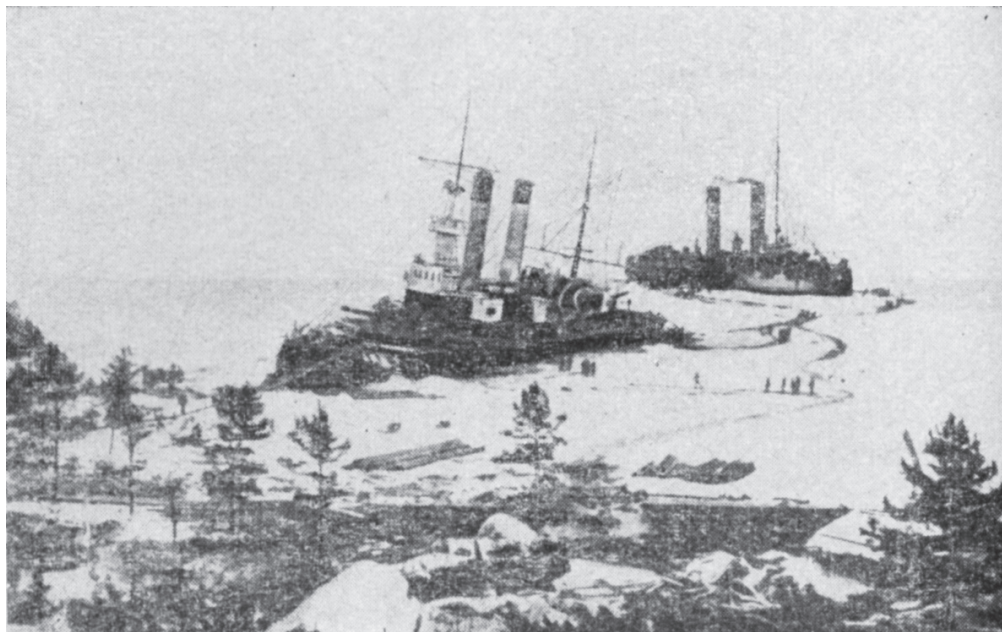
Огромная заслуга А. С. Попова состоит не только в том, что им была предложена и реализована в технически завершенной конструкции идея радиосвязи. Не меньшая заслуга изобретателя радио в создании радиотехнического оборудования и организации первых практических линий радиосвязи. Первые образцы радиоаппаратуры, используемые для опытов по выявлению возможностей нового метода связи, были изготовлены А. С. Поповым самостоятельно. Эти приборы применялись в испытаниях радиосвязи на кораблях русского флота, практической работе радиолинии Кронштадт — Форт «Константин» до 1898 г. По проекту А. С. Попова в 1899 г. начала выпуск радиоаппаратуры французская фирма «Дюкрете», поставлявшая ее в Россию. В 1900 г. в связи с принятием радиосвязи на вооружение русского флота А. С. Поповым организована Кронштадтская мастерская, целью создания которой было обеспечение флота радиостанциями отечественной постройки.

Огромную популярность и признание новому средству связи принесли события, связанные с так называемой Гогландской эпопеей. В конце ноября 1899 г. у острова Гогланд в Финском заливе во время сильного шторма сел на камни броненосец «Генерал-адмирал Апраксин». Для успеха спасательных работ требовалось обеспечить скорую и надежную связь между местом аварии и Кронштадтом, а также с Петербургом.

Ближайшая станция проволочного телеграфа находилась в городе Котка в Финляндии. Командование решило срочно оборудовать линии радиосвязи при ближайшем участии в этой работе А. С. Попова.

6 февраля 1900 г. станции были готовы. Расстояние между ними было около 45 км. Первым официальным сообщением, передаваемым на Гогланд, была радиограмма: «Командиру ледокола «Ермак». Около Лавенсари оторвало льдину с пятьюдесятью рыбаками. Окажите содействие спасенью этих людей». Экспедиция по спасению людей, организованная с помощью нового вида связи — радио, прошла успешно.

Радиостанции А. С. Попова безотказно работали в течение нескольких месяцев, пока готовилось снятие броненосца с камней. С января по апрель 1900 г. было передано 440 официальных радиограмм, причем наибольшая из них имела 108 слов. И в дальнейшем А. С. Попов не прекращал деятельности по практическому применению своего изобретения для связи: он до конца своих дней оставался заведующим установкой приборов телеграфирования без проводов на флоте и членом Морского технического комитета.



Броненосец «Генерал-адмирал Апраксин» и ледокол «Ермак» у острова Гогланд
(Крейсер: URL: kreiser.unoforum.pro/?1-26-0-00000021-000-15-0)

3.2. Зарождение отечественной радиопромышленности

Принятие радиосвязи на вооружение русского флота (1900 г.) повлекло за собой постановку вопроса о производстве радиоаппаратуры.

Началом создания в России отечественной радиотехнической промышленности послужила Кронштадтская мастерская, организованная по заданию Морского технического комитета А. С. Поповым. 2 (14) сентября 1900 г. такая мастерская, размещенная в очень скромном по своим размерам помещении (80 м²), со штатом всего из пяти человек начала функционировать. Во главе мастерской был поставлен товарищ А. С. Попова по университету Е. Л. Коринфский. К радиотехнике он пришел после восемнадцатилетней педагогической работы в средних учебных заведениях Нижнего Новгорода и не расставался с ней до конца своей трудовой деятельности.



А. С. Попов и Е. Л. Коринфский в годы начала деятельности Кронштадтской мастерской
(Pilgrim: URL: perevalnext.ru/aleksandr-stepanovich-popov/)

Кронштадтская мастерская была создана, чтобы обеспечить флот радиостанциями отечественной постройки. Эта задача была поставлена в исходном документе, направленном 23 сентября (5 октября) 1900 г. председателю Морского технического комитета Начальником Главного управления кораблестроения и снабжения. В нем было сказано: «Управляющий Мор-

ским министерством приказал принять меры к тому, чтобы аппараты и все необходимые предметы для телеграфирования без проводов могли быть изготовлены у нас самих в России и не зависеть от заграничных заводов». Надо подчеркнуть, что за исключением одного случая, вызванного Русско-японской войной, на протяжении всей истории военно-морской радиосвязи в дореволюционное время эта идея неукоснительно служила основой оснащения флота техническими средствами беспроводной связи.

Вместе с тем такая задача поначалу для Кронштадтской мастерской была крайне сложна, и если она постепенно разрешилась, то ценою огромных усилий и личного энтузиазма небольшого коллектива работников мастерской с Е. Л. Коринфским во главе. Самым трудным для мастерской было налаживание производства больших катушек Румкорфа. В докладной записке (7 (20) ноября 1901 г.), касаясь этой части работы мастерской, А. С. Попов писал: «Хорошие катушки изготавливаются в Европе только четырьмя фирмами: Дюкрете и Карпантье во Франции, AEG — в Германии и Ньютона — в Англии. Благодаря отсутствию в России мастеров, занимавшихся этим делом, и ответственно деликатной работе пришлось самому заведующему г. Коринфскому не только выработать способы изготовления отдельных частей катушки и найти наилучшие изолирующие смеси, но и сделать всю обмотку и изолировку катушки собственноручно. Таким образом, эта мастерская является первой в России, производящей большие катушки».

Что касается изготовления других элементов радиостанций, то за первый год своего существования мастерская освоила производство разрядников, ртутных прерывателей, приемников и реле. И только реостаты, батареи сухих элементов, телеграфные аппараты Морзе и «амметры» (амперметры) мастерской приобретались на стороне. Между прочим, по поводу измерительных приборов в той же докладной записке А. С. Попов отмечает: «Мастерская же амметров до сих пор не приготавливала только благодаря отсутствию рабочих рук и необходимых приспособлений, а на будущее время эти приборы могут изготавливаться в мастерской».

Далее в записке А. С. Попов выражает беспокойство по поводу низкой оплаты труда Е. Л. Коринфского (при организации мастерской месячное денежное содержание ему было определено в сумме 100 рублей). Он пишет: «Занятия в мастерской, продолжающиеся от 6 1/2 час. утра до 6 час. вечера, не позволяют г. Коринфскому что-нибудь зарабатывать помимо мастерской, а условия жизни в Кронштадте и потеря имущества вследствие пожара, бывшего в прошлом году, до сих пор не дают ему возмож-

ности создания сколько-нибудь сносной жизненной обстановки. Поэтому я прошу Ваше превосходительство разрешить теперь же увеличить годовой оклад г. Коринфскому до 2400 руб., что вполне окупится работой мастерской, если последняя будет изготовлять по 8 станций телеграфирования в год».

Начальство пошло навстречу пожеланиям А. С. Попова и увеличило штат мастерской, а также улучшило материальное положение Е. Л. Коринфского, приняв 23 ноября (6 декабря) 1901 г. решение: «По личному составу мастерской: платить г. Коринфскому постоянное содержание по 100 рублей в месяц и премию по 120 руб. за каждую изготовленную станцию телеграфирования без проводов. Одному старшему слесарю, он же руководитель работ в отсутствие заведующего, по 75 руб. в месяц. Одному слесарю-механику для точных работ по 65 руб. в месяц. Трем слесарям по 40 руб. — 120 руб. в месяц. Одному мотальщику проволоки 30 руб. в месяц. Одному изолировщику, он же писарь и кладовщик, 30 руб. в месяц. Одному ученику 6 руб. в месяц. Это содержание полагается при нормальной годовой производительности мастерской в 8 станций». За дополнительное изготовление станций полагалась прогрессивно растущая премия. Итак, штат мастерской увеличился до 9 человек. Вот в каких условиях рождалась русская радиопромышленность.

Первые станции, изготовленные мастерской, шли на вооружение кораблей Балтийского флота, в течение 1901–1903 гг. переводимых на Тихий океан. Станции производства Кронштадтской мастерской были относительно высокого качества. В отчете мастерской за 1904 г. по этому поводу указывается:

«1. 13 декабря 1903 г. лейтенант Берлинг на крейсере «Варяг» отчетливо получал депеши, посылавшиеся одновременно с судов «Петропавловск», «Севастополь» и «Боярин» при расстояниях 95–110 миль; причем системы проводов судов отправляющих и получающих не были согласованы между собой.

2. При телеграфировании между судами Учебно-минного отряда, изучающими телеграфирование гг. офицерами и нижними чинами расстояния 50–70 миль считаются обыкновенными.

3. Крейсер «Европа» ... в последнее в 1904 г. плавание до Либавы и обратно отчетливо телеграфировал с судами 2-й эскадры (находившимися тогда в Ревеле и Либаве) при расстоянии до 80 миль.

4. Миноносцы 2-й эскадры при помощи воздушных проводов, поднятых змейками, отчетливо переговаривались на расстоянии около 80 миль».

Наибольшее количество станций (21) изготовлено мастерской в 1904 г., что было связано с формированием и отправкой на Дальний Восток 2-й Тихоокеанской эскадры. После Русско-японской войны, в годы упадка строительства флота, деятельность мастерской захирела: за пять лет (1905–1910 гг.) ею было выпущено всего только 10–12 станций.

В 1910 г. радиотелеграфная мастерская была переведена в Петербург. Немного спустя ее начальником (1911–1914 гг.) был назначен А. К. Никифоров (1878–1935 гг.), а Е. Л. Коринфский перешел на должность начальника поверочного отделения.

В радиотехнику А. К. Никифоров вошел «со стороны». Он окончил Александровский лицей. Одиннадцать лет служил чиновником в канцелярии Варшавского генерал-губернатора (1899–1910 гг.). На один год он был прикомандирован к Главному управлению почт и телеграфов. Имея склонность к конструкторской и изобретательской работе, он в 1911 г. охотно принял назначение на должность начальника радиомастерской, где, как показало время, полностью раскрылись его инженерно-технические и организаторские способности. Им были разработаны схемы основных типов приемников Морского ведомства (1911 г.), создана конструкция низкочастотного усилителя (1912 г.), осуществлены первые образцы «тикеров» и многое другое. В одной из служебных характеристик, составленных на него (1913 г.), говорится, что за два года под его руководством мастерская принесла в бюджет Морского министерства около полмиллиона экономии исключительно благодаря его честности, энергии и удивительной трудоспособности. В 1915–1917 гг. А. К. Никифоров работал в Морском министерстве. В советское время он продолжал вести научно-исследовательскую работу в различных учреждениях. В 1934 г. был старшим инженером Центральной лаборатории проводной связи (ЦЛПС).

В 1911 г. радиотелеграфная мастерская — первое подлинно русское радиотехническое предприятие — получила наименование «Радиотелеграфное депо морского ведомства». Для дореволюционной России создание подобного учреждения было действительно событием крупного масштаба. Популярный в то время журнал «Огонек» об этом писал так: «Вопросами беспроволочного телеграфирования в России особенно серьезно занялись Минно-офицерские классы в Кронштадте. И уже около 10 лет тому назад в морском ведомстве были убеждены в том, что мы сами совершенно самостоятельно, без помощи иностранцев, можем строить станции беспроволочного телеграфирования. Тогда же возникла мысль о необходимости создания такого центра, который на практике мог бы осуществлять пред-

ложения и идеи, зародившиеся в составе флота. Теперь мысль о таком центре осуществилась. В Петербурге, в глуши Галерной гавани, на берегу петербургского взморья, в историческом, петровских времен, Гребном порту, почти у самого петровского «шпица», замыкающего пределы столицы, возник первый в России Радиотелеграфный завод морского ведомства». За 1911–1915 гг. радиотелеграфное депо Морского ведомства выпустило 174 радиостанции.

В истории первого русского радиотехнического предприятия было еще одно знаменательное событие. К концу 1911 г. «поверочное отделение» было реформировано и переименовано в лабораторию, ставшую в России первой научно-исследовательской промышленной радиолaborаторией. Ее руководителями последовательно были: А. А. Петровский (1912 г.), Л. Д. Исаков (1913 г.) и М. В. Шулейкин (1913–1916 гг.). Научным консультантом лаборатории (1912–1917 гг.) являлся профессор Н. А. Булгаков. В 1901 г. в связи с уходом А. С. Попова из Минного офицерского класса в Петербургский электротехнический институт он переходит в МОК, и с тех пор по 1924 г. его работа проходит в военно-морском флоте. С 1910 г. он становится преподавателем Военно-морской академии, где в 1912 г. избирается профессором по радиотехнике. Пробыв год (1912 г.) заведующим лабораторией в Депо морского ведомства, он снова возвращается в академию, где его и застает Великая Октябрьская социалистическая революция. С первых ее дней он отдает все свои силы и знания молодой Советской республике. После окончания службы на флоте, с 1924 г. и по день смерти он руководит в Советском Союзе научной разработкой проблем применения радиотехники для разведки полезных ископаемых. Большим вкладом его в теорию радиотехники были два издания «Научных оснований беспроволочной телеграфии» (1907 и 1913 гг.) и курс «Электричество и магнетизм» (1917 г.). А. А. Петровский в течение всей своей трудовой деятельности вел большую педагогическую работу во многих высших учебных заведениях Петербурга (позднее Петрограда и Ленинграда), в том числе и в Электротехническом институте (1909–1922 гг.).

В советское время Радиотелеграфный завод морского ведомства стал именоваться Радиотелеграфным заводом им. Коминтерна и вошел в состав Электротехнического треста заводов слабого тока.

3.3. Радиосвязь на русском военном флоте

В течение зимы 1897–1898 г. на работу А. С. Попова сильное влияние оказали его удачные опыты летом 1897 г. и сведения, поступавшие из-за границы об опытах Г. Маркони. Первым следствием, объективно вытекавшим из этой обстановки, было превращение радио из более или менее узкого по своему назначению средства сигнализации в телеграфию без проводов с широким ее использованием в ближайшем будущем. Поскольку теперь это «будущее» стало радиотелеграфией, то снова на ее развитие оказали сильное влияние проводные средства связи. Сам изобретатель радио и его флотские сподвижники в рассматриваемое время видели основной путь дальнейшего совершенствования нового способа связи в развитии системы передачи сообщений с обязательной фиксацией передаваемого текста на телеграфной ленте. Поэтому, стремясь обеспечить надежную работу всей схемы, А. С. Попов, готовясь к опытам 1898 г., усовершенствовал свой приемник, сохранив сопряжение его с телеграфным аппаратом.

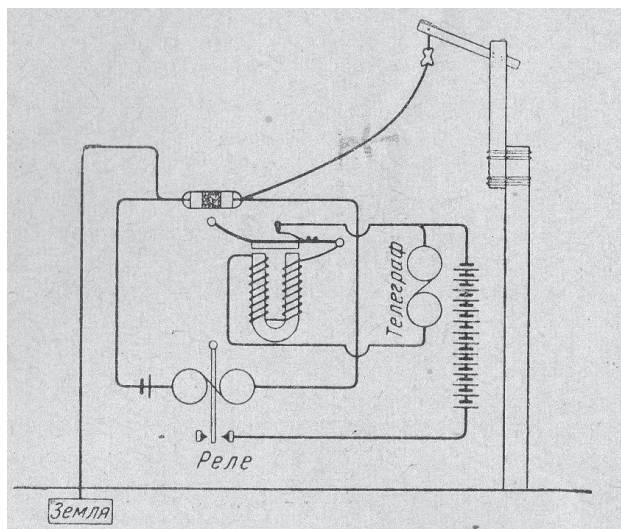


Схема приемника А. С. Попова, принятая в 1898 г.

Испытания радиосвязи в 1898 г., как и предыдущие, проводились на Учебно-минном отряде Балтийского флота на тех же самых кораблях — крейсере «Африка» и транспорте «Европа». В процессе испытаний был

создан новый тип антенны, применен и оправдан принцип использования одной и той же антенны на прием и передачу, наконец, для повышения излучаемой мощности были испытаны симметричные вибраторы различной формы и размеров, но, самое главное, было установлено, что для излучения радиоволн можно вообще обходиться без вибраторов, включая разрядник непосредственно в антенну. Все эти нововведения представляли собой существенный шаг вперед.

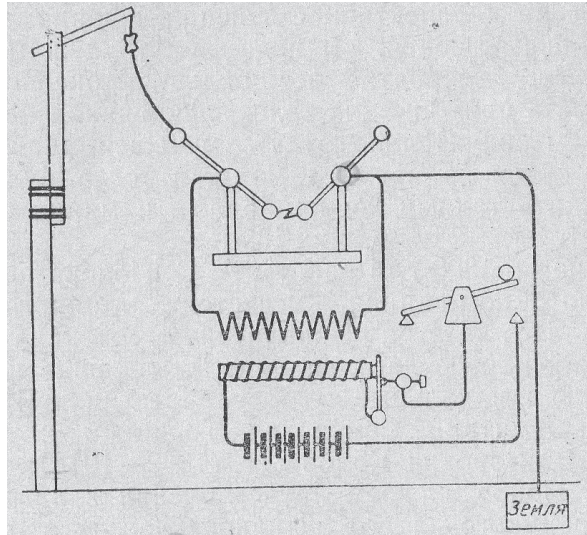


Схема передатчика с включением разрядника непосредственно в антенну (1898 г.)

Тысяча девятисотый год в истории отечественной радиотехники был переломным. Два основных события определяли его особую значимость: открытие «детекторного» эффекта и принятие радиосвязи на вооружение флота. Но это не снимало необходимости проведения в дальнейшем опытов, так как оставалось еще много нерешенных вопросов.

Опыты на Черном море 1901 г. в этом отношении были наиболее интересными и содержательными. Они оказались отмеченными двумя важными событиями. Во-первых, во время этих опытов впервые были испытаны «сложные» схемы передатчиков и приемников. Последний раз в морских опытах по радиосвязи А. С. Попов участвовал в 1903 г. Во время этих опытов (о. Тупоран-саари — минный крейсер «Посадник») испытывались станции Кронштадтских мастерских выпуска 1903 г. При использовании телеграфного приемника дальность связи достигла 68 миль. В последующие годы, помимо работы в Электротехническом институте, А. С. Попов как

заведующему радиотелеграфом на флоте приходилось решать задачи чисто практического характера, связанные с вооружением радиоаппаратурой большого количества кораблей.

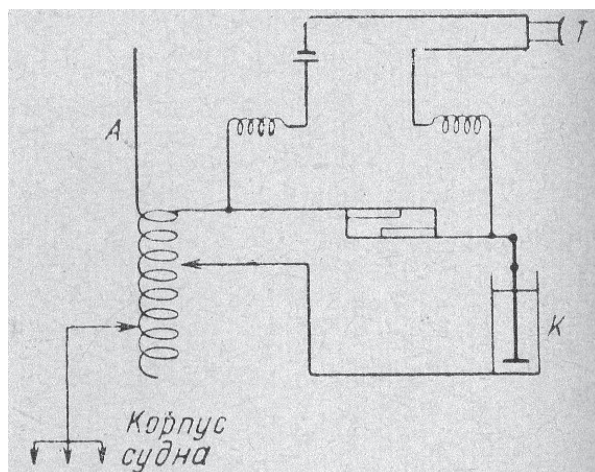


Схема передатчика, собранного по «сложной» схеме в опытах А. С. Попова в 1901 г.

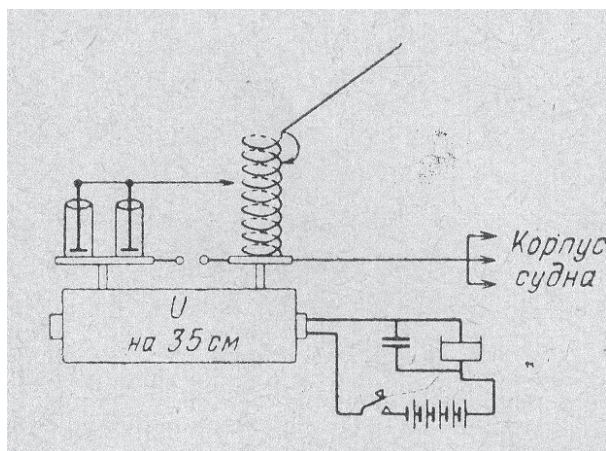


Схема приемника, собранного по «сложной» схеме в опытах А. С. Попова в 1901 г.

Сложная обстановка на Дальнем Востоке, создавшаяся к началу XX века в результате политики царского правительства, выдвигала задачу усиления русского флота на Тихом океане. Осенью 1900 г. должны были уходить на Дальний Восток два эскадренных броненосца «Полтава» и «Севастополь» и крейсер «Громобой». На них были установлены станции производства Дюкрете и корабли ушли по назначению. Это были первые штат-

ные радиостанции на боевых кораблях русского флота. Осенью 1901 г. на Восток были отправлены еще семь станций Дюкрете для других, уже находившихся там кораблей. Для руководства их оборудованием радиоаппаратурой и налаживания ее работы на Тихий океан был командирован лейтенант Берлинг, который до этого принимал участие в опытах Попова на Черном море. Летом 1902 г. снова потребовались станции для кораблей, отправляющихся на Восток осенью того же года. На них были смонтированы станции изготовления Кронштадтской мастерской. Передатчики их пока еще работали по простой схеме, но приемники собирались по более совершенной — «сложной» схеме. Этот тип станций являлся основным для Кронштадтской мастерской, в принципе сохранялся при выпусках радиоаппаратуры в последующие годы и не менялся в течение всей Русско-японской войны.

Первые годы после Русско-японской войны корабельная радиосвязь оказалась в упадке. На Дальнем Востоке, например, осталось всего 7 военных кораблей, оборудованных радиостанциями, а для их обслуживания имелось всего два радиста. До минимума сократилось производство радиоаппаратуры Кронштадтской мастерской. За пять лет (1905–1910 гг.) мастерская произвела всего 10–12 радиостанций.

Но уже с 1907 г. наметился некоторый подъем в развитии военно-морской радиотехники. Он имел прямое отношение к зарождению новой на флоте береговой Службы наблюдения и связи. К этому времени на Балтийском море было установлено 14 береговых (искровых) радиостанций и организовано 53 наблюдательных поста; на Черном море — 2 береговых (искровых) радиостанции и 19 наблюдательных постов, на Тихом океане — 1 береговая (искровая) радиостанция и 7 наблюдательных постов. Задача этой службы состояла в том, чтобы вести постоянное наблюдение в пределах морских театров и обеспечивать через посты связь кораблей, находящихся в море, чтобы не вызывать обнаружения их по излучению бортовых радиостанций. Тогда же Морской генеральный штаб разработал «Положение о службе наблюдения и связи». В 1908 г. эта служба была организована на всех морях и были назначены ее начальники. Им подчинялись все береговые радиостанции, судовые же по-прежнему оставались в ведении флагманских минных офицеров.

С 1909 г. началось перевооружение флота передатчиками ударного возбуждения. Для них были приняты шкала мощностей 0,5; 1,2 и 8 кВт и диапазон волн от 200 до 2000 м. Устанавливаемые передатчики являлись либо «звучащими» с разрядниками Вина («Телефункен», «Радиотелеграфное

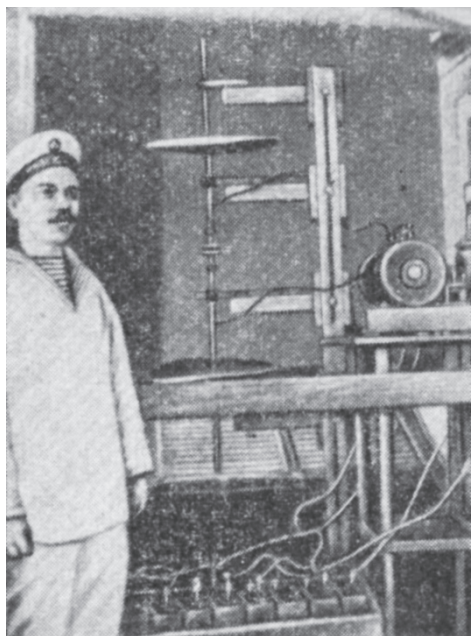
депо Морского ведомства»), либо с вращающимся разрядником («Маркони», «Русское общество беспроволочных телеграфов и телефонов»). К началу введения новой системы радиовооружения на флоте использовалось 120 судовых радиостанций. Из них 75 имели однокиловаттные искровые передатчики (выполненные по проекту А. А. Реммерта), 30 — образца «Учебно-минного отряда 1908 г.» и остальные — более старых типов.

Перевооружение происходило довольно быстро. Так, из «Доклада по Морскому ведомству за 1912 г.» можно узнать, что в течение отчетного года уже все суда действующего флота получили «звучащие» радиостанции, а все суда резерва и вспомогательные — станции с вращающимся разрядником. Кроме того, тогда же были заказаны «звучащие» передатчики для миноносных радиостанций. Отсюда в докладе делался вывод, что «в первую половину кампании 1913 г. все суда флота будут уже снабжены звучащими радиостанциями и приемниками, отвечающими тактическому применению радиотелеграфирования в обстановке военного времени».

Интересным нововведением следующего, 1913 г. было принятие на вооружение флота «коротковолновых станций» ($\lambda = 80\text{--}160\text{ м}$) мощностью 0,2 кВт (с разрядником Вина) для внутриэскадренной связи. Изготавливались они «Радиотелеграфным депо морского ведомства» по проекту лейтенанта

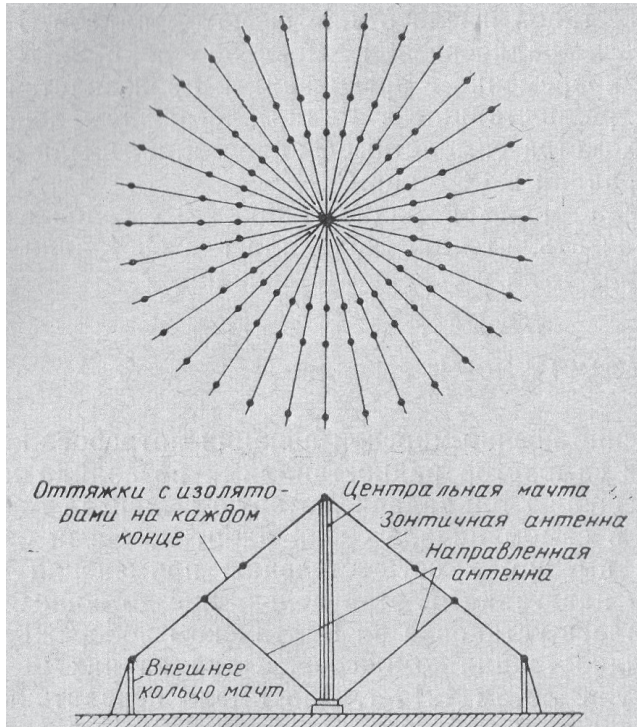
Л. П. Муравьева. В первую очередь такими станциями были снабжены линейные корабли и крейсера Балтийского моря.

Столь же интенсивно в начале 10-х гг. XX в. протекало и перевооружение береговых радиостанций. Старые искровые радиопередатчики в Гельсингфорсе, Гапсале и Ревеле были заменены мощными «звучащими» передатчиками соответственно в 25, 15 и 8 кВт (1912–1913 гг.). Появились более совершенные радиостанции и в других береговых пунктах. В 1910 г. была введена в эксплуатацию мощная Севастопольская радиостанция, построенная С. М. Айзенштейном (взамен искровой станции «Сигнальная мачта», действовавшей



Передатчик А. С. Попова на транспорте «Европа» во время опытов (1897 г.)

с 1904 г.). Получили распространение подвижные радиостанции, предназначенные преимущественно для постов Службы наблюдения и связи (0,5 кВт). Более мощные из них (2 кВт) использовались иногда и в качестве стационарных.



Антенна направленного действия для «радиокомпасов» и радиопеленгаторов, 1914 г.
(Freepik: URL: <https://www.freepik.com/free-photos-vectors/diya>)

Появление военно-морской авиации потребовало, а вооружение самолетов радиостанциями позволило приступить к решению той задачи, которую выдвигал А. С. Попов еще в самом начале своих работ по связи без проводов, а именно к осуществлению применения радиоволн для навигации. С этой целью еще до войны предусматривалась установка на Балтийском побережье двух-трех «радиостанций-компасов». Одна из них была построена уже летом 1914 г. Она имела передатчик мощностью 600 Вт и работала на волне 250 м на антенную систему, состоявшую из 16 плоских рамок, расположенных вокруг мачты высотой около 30 м. Рамки по очереди подключались к передатчику с помощью автоматически вращающегося коммутатора. Вооружение флота новыми, более совершенными, техниче-

скими средствами при одновременном осуществлении ряда прогрессивных организационных мероприятий позволило выдвинуть и до начала Первой мировой войны разрешить в области военно-морской радиотехники многие новые тактически и технически важные задачи.

Впервые в истории военного применения радиосвязи научно были поставлены вопросы использования радиосредств в условиях преднамеренных помех со стороны противника (1911). Инициатором этого был профессор Военно-морской академии А. А. Петровский, изложивший теоретические соображения об этом в своей статье «При каких условиях возможно помешать противнику пользоваться радиотелеграфом». Им же были проведены в 1911 г. на Черноморском флоте необходимые испытания и их результаты с надлежащими выводами и рекомендациями были приведены в сразу же составленном подробном отчете.

3.4. Радиосвязь в русской армии

13 (25) марта 1899 г. начальник Главного штаба генерал-лейтенант В. В. Сахаров получил от председателя Морского технического комитета вице-адмирала И. М. Дикова письмо, начинавшееся такими словами: «В нашем Флоте предполагается вводить электрическую сигнализацию без проводов. Я не знаю, что делают в Военном ведомстве по этому вопросу и, на всякий случай, сообщаю Вам, частным образом, кое-что об этом способе сигнализации. Если пожелаете ближе познакомиться с телеграфированием без проводов, могу прислать к Вам преподавателя Минного офицерского класса г. Попова, который занимается у нас этим делом». Далее следовало описание аппаратуры для беспроводной связи, упоминалось об опытах А. С. Попова на Минном отряде в 1897 г., обрисовывалось состояние дел по телеграфированию без проводов в Англии, Германии, Франции и Австрии и указывалось, что «каждая станция отправления стоит около 2000 рублей, а станция приема — около 1000 рублей, не считая устройств для подъема проводников, как-то: мачт, змеев и т. п.». Это письмо В. В. Сахаровым было передано военному министру А. Н. Куропаткину и затем 17 (29) марта 1899 г. препровождено Главному начальнику инженеров генерал-лейтенанту А. П. Вернандеру с припиской, что «Его превосходительство (т. е. военный министр) придает этому вопросу весьма серьезное значение».

Письмо послужило основой для составления доклада военному министру А. Н. Куропаткину, который решил: «Согласен на такие ассигнования ныне же, дабы не упустить время. Вопрос весьма важный. Куропаткин».

Таким образом, дату 5 (17) мая 1899 г. следует считать днем официального признания в России полезности радиосвязи для армии (и начала планомерных работ в этой области), а заключительную часть доклада — программой предстоящей деятельности военного ведомства в данном направлении.

Что касается дальнейшей роли А. С. Попова в этом деле, то ему была выписана ассигновка на 1000 рублей для начала работ по «производству опытов над металлической броней и над другими сооружениями». Но, по-видимому, будучи занятым своими основными работами на флоте, он этих денег не востребовал, аппаратуры военному ведомству не поставил и лично в намеченных испытаниях не участвовал.

Последующее развитие указанных работ в военном ведомстве формально стало протекать, как то намечалось программой.

По заданию А. С. Попова капитан Д. С. Троицкий и лаборант П. Н. Рыбкин разработали проект «образцовых переносных приемных и отправительных станций» ранцевого типа стоимостью 2000 рублей за комплект и «больших тяжелых станций, принимающих на ленту», приспособленных для сухопутных войск, стоимостью 8000 рублей. Эти станции были изготовлены и в 1900 г. использовались на маневрах в 148 пехотном Каспийском полку.

Капитан И. И. Сокольский, на которого в 1899 г. было возложено Инженерным управлением руководство опытами по беспроводному телеграфированию, организуемыми по программе военного ведомства, начал свою деятельность, ознакомившись с работами А. С. Попова, которые в это время велись в Кронштадте. По этому поводу имеется три рапорта И. И. Сокольского, датированные июнем 1899 г.

Первый раз капитан И. И. Сокольский приехал в Кронштадт 1 (13) июня 1899 г. и в течение дня знакомился с передатчиком А. С. Попова, установленным тогда на форту «Константин». Им были зафиксированы основные технические данные этого передатчика: спираль Румкорфа длиной около 1 м, питаемая от 20 аккумуляторов, соединенных последовательно, и потребляющая от них во время работы ток от 8 до 10 А; прерыватель, приводимый в движение электрическим моторчиком, питаемым от 3–5 небольших аккумуляторов; разрядник, состоящий из двух выпуклых грибообразных цинковых поверхностей, между которыми во вре-

мя работы передатчика образуется искра длиной 35 мм; один зажим разрядника соединен «с проволокой, поднятой к флагштоку, находящемуся на форте «Константин», другой же зажим соединен с землей». Станция предназначалась для работы с миноносцем, на котором был установлен приемник, но в этот раз его осмотреть И. И. Сокольский не смог «вследствие ветреной погоды».

Для проведения опытов, организуемых Инженерным ведомством, И. И. Сокольский считал нужным иметь две «главные станции»: одну в лагере Военной электротехнической школы, а другую — на Рифе. Кроме этого, он предлагал установить четыре приемные станции в пунктах, с которыми имеется проводная телефонная связь (батарея «Константин», батарея «Милютин», форт № 1 и Ораниенбаумский берег).

В 1900 г. для работ в области радиосвязи были привлечены специалисты военной электротехнической школы.

В конце 1901 г. начальник Военной электротехнической школы «вошел с докладом в Главное инженерное управление» по поводу необходимости приобретения за границей двух станций «типа профессора Попова, принятых в нашем флоте, и двух станций типа Слаби-Арко, принятых в Германии». Военный совет утвердил на это расход первоначально в сумме 18800 руб. (20 декабря 1901 г. (2 января) 1902 г.), но позже (16 (29) марта 1902 г.), в связи с необходимостью оплатить более высокую по сравнению со сметой стоимость стальных мачт вынужден был указанную сумму увеличить на 1700 руб. Весь заказ (за исключением мачт) был готов к 14 (27) июня 1902 г., и тогда же началась установка двух станций — одной на Рифе крепости Кронштадт, а другой — на косе в районе лагеря школы при расстоянии между ними 4,5 версты. Первоначально были использованы старые мачты, оставшиеся от работ И. И. Сокольского. Регулярная работа станций после их наладки и опробования началась 5 (18) июля и продолжалась до 3 (16) августа. За это время одна из станций (находившаяся в районе лагеря) в течение четырех дней поддерживала радиосвязь с крейсером «Аскольд», стоявшим на Большом рейде на расстоянии 3 верст от станции. К 1 (14) августа были установлены ранее заказанные металлические мачты: одна в районе Кронштадтского лагеря школы, а другая в Петербурге на Петроградской стороне, куда затем была перенесена одна из станций.

Успешное проведение описанных выше испытаний, надо полагать, в значительной мере определилось тем, что для их осуществления была закуплена фабричная аппаратура, были привлечены квалифицированные

специалисты и имелось необходимое материальное обеспечение. В целом же из-за ошибочной технической политики Инженерного ведомства (в 1899–1900 гг.) время на освоение и внедрение радиосвязи в русскую армию было упущено.

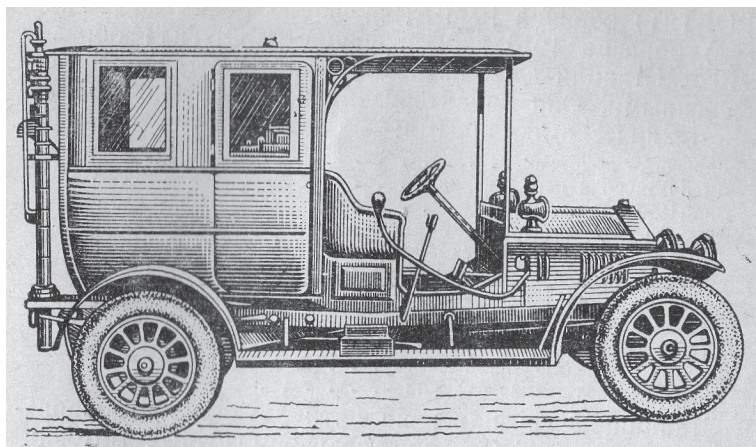
В конце XIX — начале XX столетия Россия судорожно готовилась к войне на Дальнем Востоке. Военное командование, находившееся на этом отдаленном рубеже страны, естественно, было заинтересовано в обеспечении связи между главными стратегическими и политическими центрами этого возможного театра военных действий. Переписка по данному вопросу открывается отношением Главного штаба в Главное инженерное управление по поводу предложения наместника на Дальнем Востоке вице-адмирала Е. И. Алексеева об устройстве беспроводной связи между Порт-Артуром и Владивостоком и между Порт-Артуром, Таку и Пекином. Идея создания такой системы связи исходила от компании «Маркони», сделавшей соответствующее представление адмиралу Е. И. Алексееву. Стоимость осуществления проекта фирмой исчислялась в размере 275 000 рублей, из которых линия Порт-Артур — Владивосток требовала затрат в 175 000 рублей, а Порт-Артур — Пекин — 100 000 рублей. Расценка была явно завышена.

Инженерное управление над таким предложением раздумывало довольно долго и только 28 ноября (11 декабря) 1901 г. дало ответ. В нем было сказано, что обслуживание станций, расположенных не на русской территории, будет представлять значительные затруднения в военное время и, кроме того, «подобный способ телеграфирования не гарантирует от перехватывания депеш и от возможности легко нарушить правильное действие приемных приборов со стороны противника». Маркони было отказано.

Все попытки военного министра оживить работу в направлении внедрения радиосвязи в армии не имели успеха в виду противодействия всем начинаниям снизу. К Русско-японской войне наша армия подошла совершенно не имея радиовооружения. Лишь в ходе войны в Петербурге под руководством капитана И. А. Леонтьева были сформированы две Восточно-Сибирские искровые (радиотелеграфные) роты. Формирование их началось в 1904 г. и закончилось в апреле 1905 г.

Роты прибыли на фронт в мае 1905 г. Они имели по 6 радиостанций, купленных у фирмы «Маркони». Дальность действия их была 18 км. Предназначались станции для связи в высших звеньях управления. После окончания Русско-японской войны было увеличено число радиочастей. К 1914 г. имелось уже 7 отдельных искровых рот. К началу войны с Германией русская армия имела в своем распоряжении около 100 полевых радиостан-

ций, 30 легких кавалерийских радиостанций и, кроме того, располагала 12 базисными и 8 крепостными радиостанциями.



Автомобильная радиостанция русской армии

Полевые радиостанции имелись трех типов: искровые (РОБТиТ) образца 1908 г.; «звучащие» («Сименс и Гальске») образца 1910 г. и «звучащие» (РОБТиТ) образца 1910 г. Станции двух последних систем были более совершенными. Они характеризовались следующими тактико-техническими данными:

Дальность действия.....до 270 км
 Диапазон волн передатчика400–2300 м
 Диапазон волн приемника.....320–2500 м
 Антенна радиостанции «Сименс и Гальске» зонтичного типа, двухскатная, с 10 лучами рабочими и 10 лучами противовеса 25 м
 Высота телескопической мачты25 м
 Время разворачивания станции30 мин

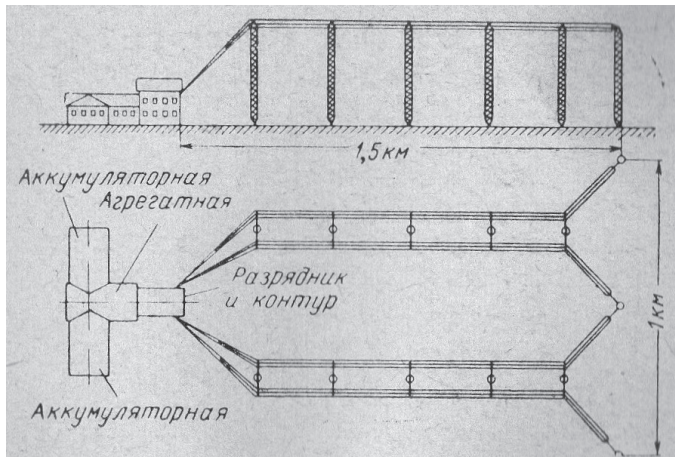
Станции перевозились на пяти двуколках: аппаратной, агрегатной, мачтовой, горюче-смазочных материалов и станционной.

Кавалерийские радиостанции (РОБТиТ) существовали в двух вариантах — вьючном и двуколочном. Эти станции обладали следующими характеристиками:

Дальность действия.....до 60 км (вьючный)
до 80 км (двуколочный)
 Диапазон волн (приемника).....200–1500 м

Антенна зонтичного типа 4-лучевая с 4-лучевым противовесом
 Высота телескопической мачты 12 м (вьючный)
 15 м (двуколочный)

Крепостные станции находились в Свеаборге, Кронштадте, Ковно, Новогеоргиевске, Осовце, Брест-Литовске и в других пунктах. Радиостанции военного ведомства имелись также в Петербурге, Выборге, Киеве, Жмеринке, Одессе, Бобруйске (30 кВт), Тифлисе, Кербе, Владивостоке (20 кВт), Хабаровске (20 кВт), Харбине и в других местах. В 1914 г. были сооружены и начали действовать спроектированные еще до войны мощные (100 кВт в антенне) военные радиостанции — Царскосельская и Московская (Ходынская), предназначенные вместе с выделенным Тверским приемным центром для международных сношений. Вскоре после начала войны вступили в строй станции в Николаеве, Ташкенте, Кушке, Чите. Все они имели мощности от 10 до 20 кВт.



Длинноволновая антенна Московской (Ходынской) радиостанции, 1914 г.

Наибольший технический интерес представляли радиостанции Царскосельская и Московская. Они были построены «Русским обществом беспроволочных телеграфов и телефонов». Диапазон — 8000 метров. Сердцем станции являлся вращающийся разрядник — медный диск диаметром 70 см, на окружности которого были медные зубцы — разрядники. Диск вращался со скоростью 100 об/мин. Число искр — 300 в секунду. При разрыве дуги возникал звук, похожий на выстрел из винтовки. Работа разрядника была слышна на расстоянии 4 км.

3.5. Применение радиосвязи для гражданских целей

Интерес к радиосвязи после ее изобретения, помимо Морского и Военного ведомств, естественно, должны были бы проявить и Главное управление почт и телеграфов, и органы торгового мореплавания и железнодорожного транспорта. Но некоторые особенности территориальной и этнографической структуры, а также экономического состояния Российской империи не способствовали возникновению этого интереса у названных ведомств, по крайней мере, в течение первого десятилетия существования радио, если не считать отдельных случаев применения нового средства связи по частным поводам. Отсутствие у России заморских колоний и монолитность ее территории давали возможность тесного общения между отдельными областями и районами с помощью железных дорог и электрических телеграфов; слабая населенность и малая экономическая значимость ее северных окраин, для которых радиотелеграф принципиально мог бы оказаться удобным и рентабельным средством связи; и, наконец, ограниченность государственного бюджета — все это отдалало время начала более или менее широкого использования радио для тех или иных гражданских целей.

Первые самостоятельные действия почтово-телеграфного ведомства по устройству радиотелеграфных линий связи относятся к 1901 г. По докладу начальника Главного управления почт и телеграфов от 22 мая (4 июня) 1901 г. последовало разрешение министра внутренних дел на устройство беспроводного телеграфного сообщения через устье Днепра между г. Херсоном и Голой Пристанью на расстоянии 12 верст.

Станции устанавливались для ускорения телеграфного обмена между этими пунктами, а также «для испытания беспроводного телеграфирования в условиях русской практики и, в частности, для выяснения пригодности его для включения в Имперскую телеграфную сеть маяков и наблюдательных пунктов морского ведомства, расположенных на островах».

В конце 1902 г. постройка и установка этих двух станций была закончена. Руководителем работ был главный механик Одесского почтово-телеграфного округа инженер-электрик Э. О. Букгейм. В целях экономии средств строителями этой радиолинии были закуплены за границей лишь отдельные наиболее ответственные детали станций, а остальные части их были изготовлены из подручного материала своими средствами. При отсутствии опыта такая примитивная сборка станций ни к чему хорошему

не привела, и наладить связь с помощью такой технически неотработанной аппаратуры не удалось. В конце 1906 г. последовало решение: станции закрыть и имущество передать в Электротехнический институт.

Более удачным оказалось другое мероприятие, проведенное тем же Главным управлением. В июле 1902 г. министр внутренних дел «разрешил устройство опытных станций беспроводного телеграфирования в окрестностях С.-Петербурга для всестороннего изучения на практике условий устройства и эксплуатации станций беспроводных телеграфных сообщений, сравнительного испытания различных систем аппаратов для телеграфирования без проводов и ознакомления с ними почтово-телеграфных чинов».

На проведение опытов было ассигновано 20 000 рублей, и аппаратура была выписана из Германии (Слаби — Арко) и Франции (Попова — Дюкрете). После получения ее из-за границы она была установлена в трех пунктах, расположенных в Петербурге на Крестовском острове, в Ораниенбауме, в Сестрорецке. Оборудование радиостанций было возложено на главного механика С.-Петербургского почтово-телеграфного округа В.М. Нагорского. Вскоре к этим работникам был привлечен также инженер-электрик Ф.К. Гейне. Установка приборов на станции, находившейся на Крестовском острове, производилась под личным наблюдением и по указаниям А.С. Попова.

Все три опытные станции в окрестностях Петербурга начали действовать с конца 1904 г. Через год аппараты Ораниенбаумской станции беспроводного телеграфа были перенесены в Царское Село, а Сестрорецкой — в Петербург в Зимний дворец, причем обе установки были пополнены новыми приборами. В начале 1909 г. станции в Зимнем дворце и в Царском Селе были закрыты. Один комплект приборов этих станций был перенесен обратно в Сестрорецк, другой послужил для устройства опытной станции при Управлении С.-Петербургского почтово-телеграфного округа на Лиговке. Станция на Крестовском острове в 1909 г. была упразднена, и аппараты были переданы в лабораторию беспроводного телеграфа Электротехнического института.

С целью популяризации радиотелеграфа среди ответственных работников почтово-телеграфного ведомства Главное управление почт и телеграфов организовало в Петербурге в течение апреля 1905 г. специальные занятия. Для изучения радиотелеграфии прибыли главные механики целого ряда почтово-телеграфных округов. Они на практике знакомились с работой установленных вблизи Петербурга радиостанций, произво-

дили необходимую регулировку приборов, выполняли измерения и т. д. 25 апреля (8 мая) для них была прочитана А. С. Поповым в Электротехническом институте теоретическая лекция «по вопросу об электрических волнах и передаче их на расстояние с демонстрацией приборов и производством опытов».

Из других ранних мероприятий по использованию радиотелеграфа для гражданских целей можно указать на осуществление под руководством А. С. Попова радиолинии в устье Дона (1901 г.), на разработку по инициативе Министерства иностранных дел проекта радиолинии Севастополь — Варна (1903 г.), на оборудование Министерством путей сообщения двух приемопередающих пунктов на станциях Байкал и Танхой (на озере Байкал), предназначенных для железнодорожного служебного обмена (1904 г.). На линии была установлена аппаратура фирмы «Телефункен» (передатчики мощностью 0,5 кВт). На каждой станции имелось по две мачты высотой 40 м. Протяженность радиолинии составляла 45 км.

Планомерное строительство радиостанций почтово-телеграфного ведомства началось лишь с 1909 г., когда было решено установить радиостанции в Петропавловске-на-Камчатке и в Николаевске-на-Амуре. Протяженность этой радиолинии составляла 1200 верст. Станции были оборудованы аппаратурой фирмы «Телефункен». Передатчики работали по принципу звучащей искры и имели мощности до 5 кВт. Диапазон волн лежал в пределах 1500–2000 м. Мачты использовались металлические, свободно стоящие, высотой 75 м. Станции вступили в строй в конце 1911 г.

В дальнейшем рост радиостроительства проходил во все возрастающих масштабах. Так, если за первые четыре года (1901–1904) на опытное строительство было израсходовано 26 тыс. руб., то в 1910 г. — 50 тыс. руб.; в 1911 г. — 250 тыс. руб.; в 1912 г. — 706 тыс. руб. и в 1913 г. — 750 тыс. руб.

Развитие применений радиотелеграфа в почтово-телеграфном ведомстве и реализация программы строительства радиостанций потребовали проведения в Главном управлении почт и телеграфов определенных организационных мероприятий. К их числу относятся создание радиотелеграфного отделения, учреждение должности радиотелеграфного инспектора и др. (1912 г.).

К 1914 г. почтово-телеграфное ведомство располагало уже заметным количеством береговых радиостанций (около 30), но явно недостаточным для такой большой страны, как Россия. Все эти станции были установлены преимущественно по берегам морей, омывающих территорию нашей страны. Краткие сведения об этих станциях приведены ниже.

С началом Первой мировой войны строительство гражданских радиостанций практически прекратилось. Лишь в 1916 г. была построена единственная радиостанция на о. Диксон для нужд Главного гидрографического управления.

Начиная с 1908 г. радиостанции стали устанавливаться на русских торговых судах. Первые станции появились на судах Русского восточно-азиатского пароходства, затем уже на судах других компаний (Добровольный флот, Русское общество пароходства и торговли и др.).

Основные сведения о радиостанциях почтово-телеграфного ведомства по состоянию на 1914 г.

Дальний Восток

Радиостанции типа «Телефункен»

Длины волн: 600, 1500, 2000, 2500 м.;

Мощности от 1,5 до 7,5 кВт;

Место установки: Петропавловск-на-Камчатке, Николаевск-на-Амуре, Анадырь, Наяхань, Охотск, Кербь.

Крайний Север

Радиостанции типа РОБТиТ

Длины волн: 600, 2000 м.;

Мощности 0,75; 1; 7,5 кВт;

Место установки: Архангельск, Югорский Шар, Маре-Сале, Вайгач.

Побережье Балтийского моря

Радиостанции типа «Телефункен»

Длины волн 600 м.;

Мощности от 0,75 до 1 кВт;

Место установки: Ревель, Рига, Руно, Либава.

Побережье Каспийского моря

Радиостанции типа «Телефункен»

Длины волн 600 м.;

Мощности от 0,75 до 1 кВт (Баку — 25 кВт);

Место установки: Астрахань, Астраханский рейд, Петровск, Форт Александровский, Баку*, Красноводск*.

Побережье Черного и Азовского морей

Радиостанции типа «Телефункен»

Длины волн 600 м.;

Мощности от 0,75 до 2 кВт;

Место установки: Таганрог, Таганрогский рейд, Ялта*, Поты*, Новороссийск*.

Петербург

На радиотелеграфных курсах и в Электротехническом институте.

Прим. — (*) помечены радиостанции, находившиеся в 1914 г. еще в постройке.

В 1911 г. вышли в свет основные документы, регламентирующие порядок использования радиосвязи в торговом флоте.

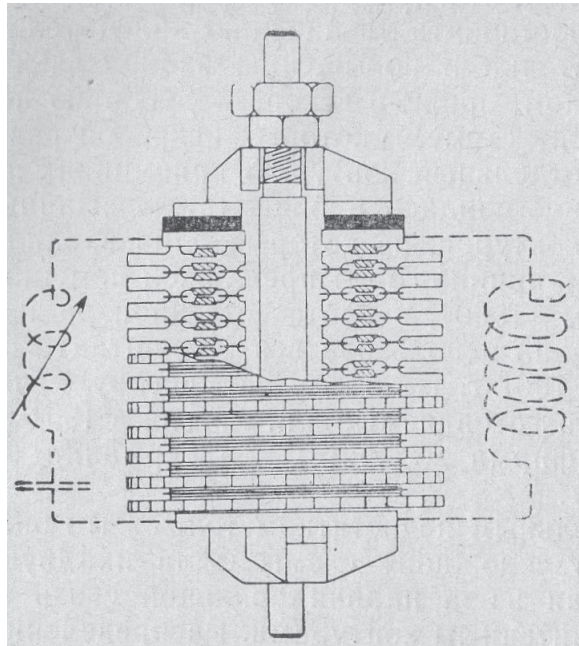
В целом развитие гражданской радиосвязи в России не может служить характеристикой общего состояния радиотехники в нашей стране в дореволюционное время. Применение радиотехники для гражданских целей возникло и начало развиваться у нас с большим опозданием по сравнению с тем, что делалось в те же годы в морском и военном ведомствах. Причины такого застоя были указаны в начале главы. Теперь мы можем констатировать, что влияние их на развитие только что рассмотренной области радиосвязи, к сожалению, оказалось очень сильным.

3.6. Совершенствование радиотехнических методов и средств в 1900–1915 гг.

Особенностью аппаратуры первых лет существования радио является то, что передатчики типа вибратора Герца и передатчики, работавшие непосредственно на антенну с включенным в ее разрыв искровым промежутком, излучали широкий спектр частот, и поэтому их работа могла легко прослушиваться приемниками, даже не имевшими настройки. Но стремление использовать явление резонанса, что должно было способствовать увеличению колебательной мощности передатчика и повышению избирательности радиосвязи, привело вскоре к созданию передатчиков по «сложной» схеме, в которых искровой разрядник был вынесен в отдельный контур. В приемниках подобная же схема осуществлялась в виде двух связанных настраивавшихся контуров, из которых один входил в цепь антенны. Этот принцип был предложен немецким физиком К. Брауном (1900 г.) и в отечественной радиоаппаратуре впервые начал использоваться Кронштадтской радиомастерской с 1901 г. По этому же способу осуществлялись и станции, изготовляемые для России в 1901–1904 гг. во Франции (фирма «Дюкрете») и Германии (фирма «Телефункен»).

Значительным недостатком только что описанных передатчиков «сложной» схемы была их двуволнистость, возникавшая из-за наличия сильной связи между разрядным и антенным контурами. Распределение мощности станции между колебаниями, происходящими на двух волнах, принципиально было невыгодно, так как для связи с данным корреспондентом использовалась только одна из этих волн. Но затухание колебаний, возбужденных таким передатчиком, все же было существенно меньше, чем в передатчиках с искровым промежутком в антенне. В итоге это давало заметный энергетический выигрыш, а главное — сужало спектр излучаемых колебаний.

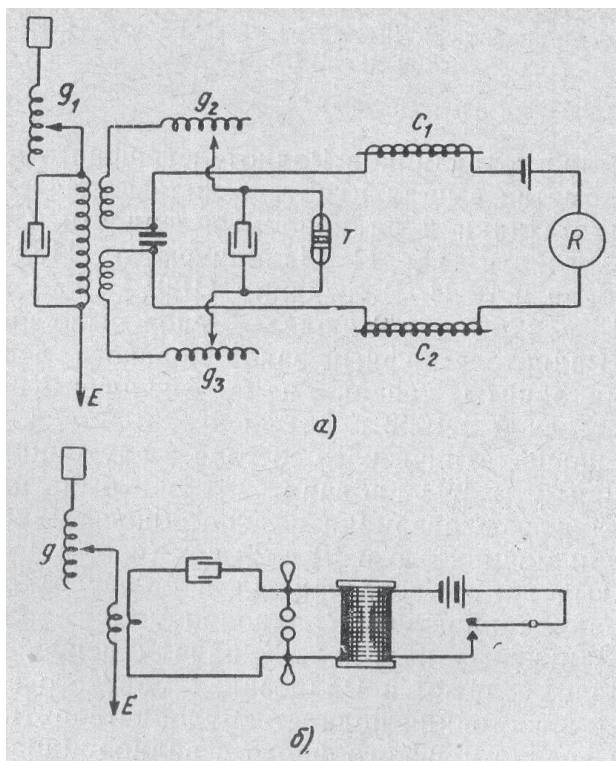
Для освобождения от двуволнистости немецкий физик М. Вин в 1906 г. предложил пользоваться искровым разрядником, выполненным в виде последовательного ряда отдельных малых кольцевых зазоров ($\sim 0,2$ мм), между которыми при достижении питающим напряжением определенного значения возникала быстрогаснущая искра.



Разрядник М. Вина

Контур возбуждения в этом случае действовал кратковременно («ударно»), в то время как колебания, возникавшие в связанном с ним антенном контуре, продолжались значительно дольше и оказывались слабозатухаю-

щами. Станции этого типа, как правило, питались через высоковольтный трансформатор от машин повышенной частоты (~ 1000 Гц) и поэтому получили наименование «звучащих», так как при приеме их работы на слух в телефоне слышался тон, обычно соответствовавший удвоенной частоте питающего передатчик агрегата.



Сложные схемы приемника (а) и передатчика (б)

Подобные станции начали появляться в России после 1909 г. сначала в виде поставок по заказам фирме «Телефункен», а затем в виде продукции отечественной промышленности («Радиотелеграфное депо морского ведомства»). В 1907 г. английская фирма «Маркони» приступила к разработке искровых радиостанций с вращающимся разрядником. Начиная с 1909 г. такие станции стали использоваться и у нас — сначала они изготовлялись за границей, а немного позже собирались в России на заводе Русского общества беспроволочных телеграфов и телефонов (РОБТиТ).

Разрядник этих станций состоял из медного диска с зубцами, расположенными по его окружности. Число их доходило до 20. Диск вращался

с большой скоростью (от 1000 до 5000 оборотов в минуту). Искровой промежуток образовывался между двумя неподвижными электродами и зубцами диска в моменты их прохождения мимо электродов, когда зазор между ними становился равным 0,1–0,2 мм. Из-за быстрого прохода зубцов мимо электродов искра существовала недолгое время, однако достаточное для того, чтобы энергия из разрядного контура успевала перейти в антенную цепь. Этим в данном случае и достигалось «ударное» возбуждение. Станции такого типа обычно питались переменным током промышленной частоты (50 Гц), но за время существования питающего напряжения вблизи максимума происходило несколько разрядов. Поскольку интенсивность и продолжительность указанных разрядов в различные моменты полупериода питающего переменного тока бывали разными, то звук станции оказывался хрипящим. Это являлось недостатком станций описанного типа. Для устранения его та же фирма «Маркони» и завод Русского общества беспроволочных телеграфов и телефонов строили станции и с синхронными разрядниками, то есть такими, в которых искра возникала только один раз за полупериод подводимого напряжения. Естественно, что в таких случаях станции нужно было питать от машин переменного тока повышенной частоты (250–500 Гц). Тон станций тогда получался достаточно чистым.

Совершенствование приемных устройств в те же годы выражалось в следующем. После появления и ограниченного использования нескольких переходящих типов детекторов (долноуказателей) в практике на более или менее продолжительное время удержались два их типа — электролитический (1903 г.) и контактный (1906 г.).

Электролитический детектор Шлемильха в принципиальном его виде состоял из небольшого сосуда со слабым раствором серной кислоты. В этот электролит помещали два электрода, из которых один был выполнен в виде тонкой заостренной на конце платиновой проволоки, а другой — в виде подобной же проволоки, но с поверхностью, образованной срезом. Детектор подключали к приемному высокочастотному контуру, и одновременно он входил в электрическую цепь, содержащую телефон и потенциометр, замкнутый на батарею (около 3,5 В), выполнявшую роль компенсатора электродвижущей силы деполяризации. Таким образом, в отсутствие высокочастотных колебаний описанная электрическая цепь находилась в равновесном состоянии (ток в ней почти отсутствовал). Высокочастотные же колебания нарушали это равновесие, и возникавший в цепи ток вызывал в телефоне звуковой эффект.

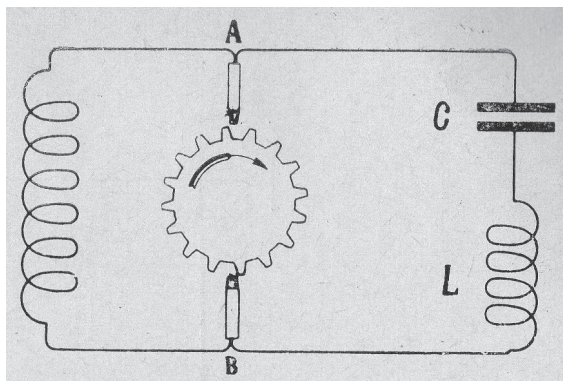
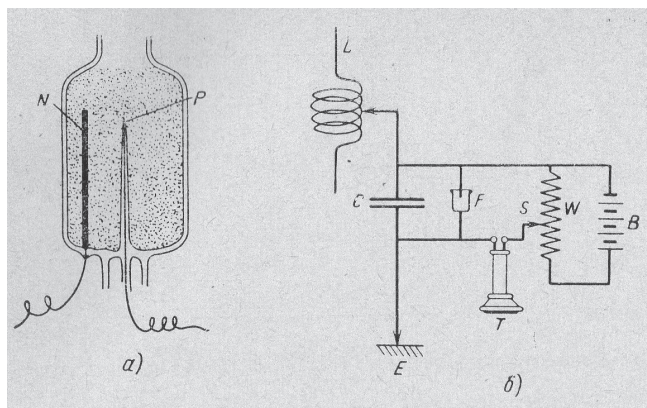


Схема колебательной системы передатчика с вращающимся разрядником

В 1899 г. А. С. Попов изобрел первый в мире кристаллический диод на основе пары «уголь — сталь» и использовал его при создании описанного ранее «телефонного приемника депеш».

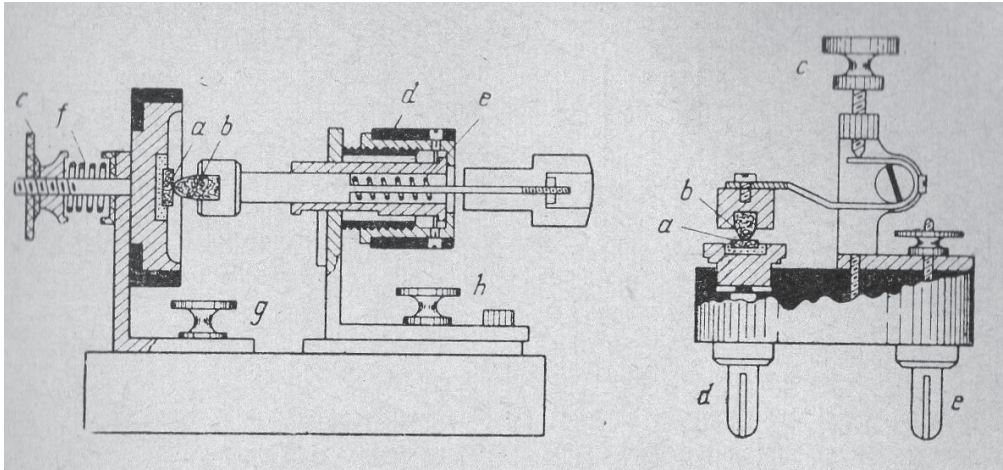
Действие кристаллических детекторов основывалось на существовании униполярной проводимости при контакте некоторых материалов (например, цинкит — халькопирит, карборунд — сталь и многие другие). Вследствие значительных преимуществ кристаллических детекторов перед электролитическими они получили широкое распространение в 10–20-х годах нашего столетия и даже (в ином техническом оформлении) появились вновь в 40-х годах и встречались много позже в некоторых специальных устройствах сверхвысоких радиочастот (например, в радиолокационных приемниках).



Электролитический детектор Шлемилха:

а) принципиальная схема, б) схема включения детектора

В охватываемый нашим обзором период радиотехника преимущественно основывалась на использовании искровых методов генерирования (затухающие колебания) и «детекторных» принципов приема. Вместе с тем в те же годы зарождались и новые ее направления, имевшие целью разрешить задачи радиотелефонии, широкого применения незатухающих колебаний и внедрения в практику электронных ламп.



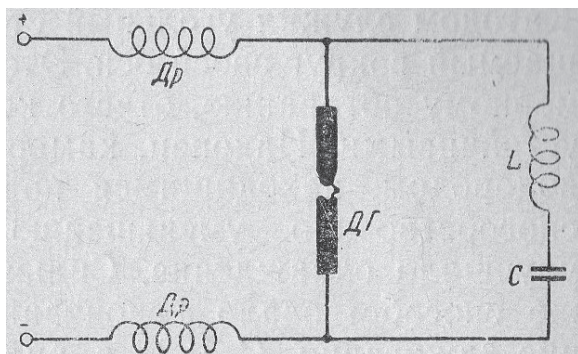
Кристаллические детекторы, устанавливаемые в радиоприемниках русского ВМФ.
Слева «французской» конструкции, справа конструкции завода РОБТиТ

В доламповый период радиотехники были известны два метода создания передатчиков незатухающих колебаний — дуговой (Паульсен — 1902 г.) и машинный (Фессенден — 1906 г., Александерсон — 1908 г.).

В России попытки практического использования незатухающих колебаний, создаваемых дуговым методом, впервые, по имеющимся данным, были сделаны уже упоминавшимся инженером С. М. Айзенштейном в 1906 г. Ему, в частности, был выдан патент на «способ увеличения интенсивности электрических колебаний, производимых методом Дудделя». В эти же годы он участвовал в испытаниях «полевых радиостанций большой мощности», созданных по системе Паульсена, и в интересах военного ведомства проводил ряд других работ по радиосвязи между Киевом и Жмеринкой. С некоторыми из этих работ имели возможность ознакомиться участники IV Всероссийского электротехнического съезда, происходившего в Киеве в 1906 г.

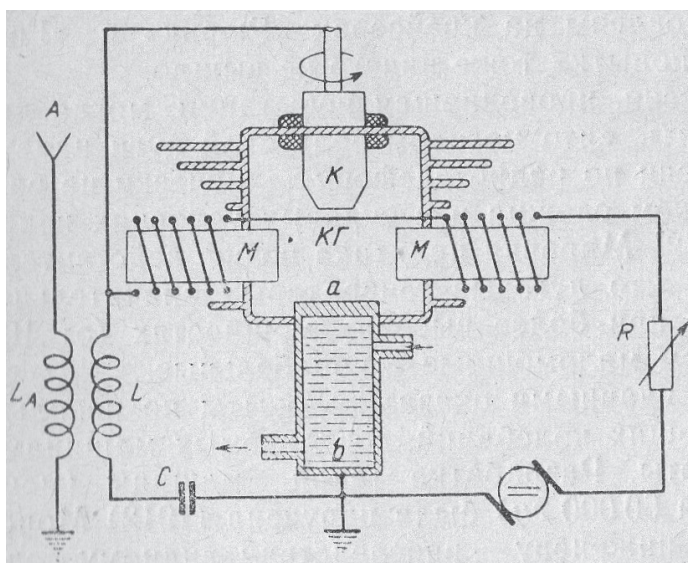
Дуговые генераторы были первыми устройствами, позволявшими непосредственно преобразовывать постоянные токи в токи низкой и высокой

частоты. Способ этот был открыт американским исследователем Э. Томсоном в 1892 г., но до 1900 г. дуговые генераторы не выходили за рамки чисто лабораторных применений. Дуддель был первым, кто добился получения устойчивых незатухающих колебаний большой мощности и открыл им дорогу в радиотехнику.



Принципиальная схема дугового генератора Дудделя

Генератор Дудделя первоначально работал в диапазоне низких частот и от этого получил название «поющей» дуги. Конструктивное оформление дуговым генераторам, предназначенным для работы на высоких частотах, придал Паульсен.



Дуговой генератор Паульсена (1902 г.)

Он применил медный анод, охлаждаемый протекающей внутри него водой. Благодаря этому поддерживалась достаточно низкая температура его, чем предотвращалось обратное зажигание дуги. Катодом служил угольный стержень, непрерывно вращаемый вокруг своей оси. Это способствовало его равномерному обгоранию, отчего колебания получались более устойчивыми. Наконец, камера горения наполнялась водородом, находящимся под высоким давлением, что способствовало уменьшению времени деионизации и улучшало охлаждение. Сильное поле магнита также способствовало деионизации и повышало напряжение зажигания. С 1906 г. вплоть до 20-х годов дуговые генераторы были наиболее распространенными устройствами для создания мощных телеграфных и телефонных передатчиков.

В 1908 г. желание испытать дуговые генераторы, чтобы применить их на флоте, проявило наше Военно-морское ведомство. Фирме «Телефункен» были заказаны и получены от нее две дуговые радиостанции, из которых одна была установлена в помещении Петергофской радиостанции, а вторая — на яхте «Нева». Испытания не дали положительных результатов и были прекращены. Вторая попытка осуществить радиотелефонию на базе дуговых радиостанций была предпринята в 1913 г. Станции для этой цели теперь были заказаны французской фирме «Всеобщая компания радиотелеграфа» в Париже и после их прибытия в Россию были установлены на крейсерах «Рюрик» и «Громобой». Из этой попытки тоже ничего не вышло.

Комиссия, проводившая испытания, могла лишь констатировать, «что методом вольтовой дуги надежная передача речи по радиотелефону технически не разработана, слишком сложна и в судовых условиях непригодна». Мировая практика позже действительно подтвердила, что дуговые генераторы значительно лучше работают при более высоких мощностях (от 100 кВт и выше), чем маломощные — корабельные.

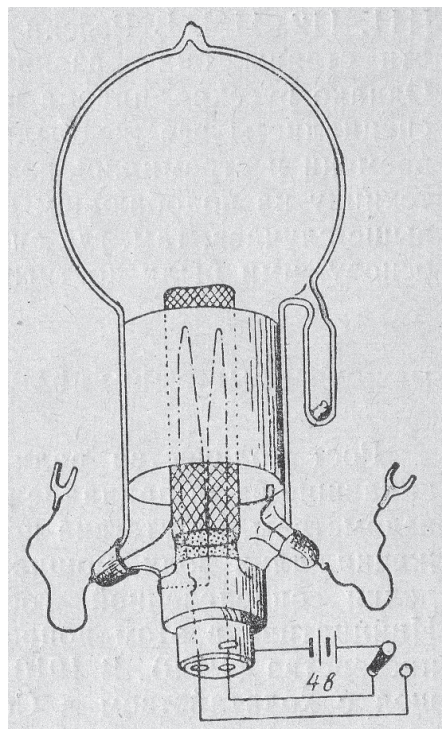
Более удачными оказались опыты по использованию незатухающих колебаний, создаваемых машинами высокой частоты. Разработка такой машины (мощностью в 2 кВт на 60000 Гц) в 1912 г. была поручена Морским ведомством инженеру — впоследствии видному советскому ученому — В. П. Вологдину (1881–1953 гг.).

В январе 1913 г. заказанная В. П. Вологдину машина была готова и для ее испытания Морское ведомство пригласило тогда еще молодого лаборанта Петербургского политехнического института инженера-электрика М. В. Шулейкина. С помощью этой машины к концу 1913 г. была осуществ-

влена радиотелефонная связь между Гребным портом и Главным адмиралтейством в Петербурге (на расстоянии около 5 км). В итоге исследования процессов, совершающихся при передаче речи с помощью незатухающих колебаний, М. В. Шулейкин пришел к выводу, ставшему затем основополагающим в теории модуляции. Им был установлен закон появления боковых частот при модуляции. На тот же факт зарубежные ученые обратили внимание лишь много лет спустя. Кроме того, В. П. Вологдиным была создана, а М. В. Шулейкиным испытана машина высокой частоты, предназначенная для радиотелеграфного обмена. Она была установлена на линейном корабле «Андрей Первозванный» и обеспечивала связь Петрограда с Гельсингфорсом (конец сентября 1916 г.). Позже (1917–1918 гг.) эта станция поддерживала радиосвязь с Тверью, Ревелем (г. Таллин) и Гельсингфорсом (г. Хельсинки).

Широкое использование в это время телеграфии незатухающими колебаниями за границей, в частности в германском флоте, потребовало разработки специальных дополнительных устройств к детекторным приемникам, без чего прием работы таких станций оказывался невозможным. С этой целью на Радиотелеграфном заводе Морского ведомства были разработаны и поступили на снабжение флота механические прерыватели — «тикеры» (1915 г.), а на заводе Русского общества беспроволочных телеграфов и телефонов были созданы ламповые гетеродины для обеспечения приема незатухающих колебаний методом биений (1916 г.).

Общий мировой прогресс радиотехники середины 10-х годов XX столетия послужил толчком для форсированного развития ряда новых ее областей и в России. Среди этого нового большое место заняли «катодные реле» (по нынешней терминологии — электронные лампы). В первую очередь они нужны были для усилителей (которые тогда использовались лишь на низкой частоте), гетеродинов и, наконец, для первых попыток постройки ламповых передатчиков.



Катодное реле РОБТиТ

Изготовление «катодных реле» и использование их у нас началось в двух местах — на заводе Русского общества беспроводных телеграфов и телефонов (Н. Д. Папалекси — конец 1914 г.) и на Тверской приемной радиостанции международных сношений (М. А. Бонч-Бруевич — конец 1915 г.). «Катодные реле» Н. Д. Папалекси выполнялись как электронно-вакуумные приборы.

Тогда же, во время войны, при помощи передатчика, собранного на мощной «лампе Папалекси», впервые в России была осуществлена радиотелефонная связь между Царским Селом и Петроградом (1915 г.).

За первое двадцатилетие своего существования мировая радиотехника существенно продвинулась вперед. В России в силу экономической отсталости страны она развивалась значительно медленнее. Однако русские, правда немногочисленные тогда, радиоспециалисты все же были в курсе всех новинок своего времени и стремились поддержать отечественную радиотехнику на подобающем ей уровне. И там, где они могли опереться на реальную основу, ими были достигнуты немалые успехи.

3.7. Инженерно-техническая подготовка специалистов по радиотехнике

Минный офицерский класс

Как до изобретения радио в Минном офицерском классе впервые началась подготовка электриков для флота, так после изобретения беспроводной связи Минный офицерский класс первым стал готовить специалистов офицерского состава для работы в этой новой области связи. Вся тяжесть этого дела первоначально пала на А. С. Попова.

Самым первым документом, относящимся к этому, является предписание Главного инспектора минного дела заведующему Минным офицерским классом об обучении минных офицеров радиотелеграфному делу (12 (24) апреля 1900 г.). В нем сказано: «...при Минном офицерском классе следует устроить временный краткий курс для обучения минных офицеров судов, на которых предполагается установить станции для беспроводного телеграфирования, обращению с приборами для этого телеграфирования и установке их на судне...».

Программа по первому в России курсу «Телеграфирование без проводов» была составлена А. С. Поповым и содержала в себе исторический обзор, теоретические основы радиотехники тех лет, описание аппаратуры. В программе предусматривалось проведение не менее 40 часов практических занятий с имеющимися приборами. Интересно упоминание в программе о возможных будущих применениях радиотехники: «Мины и суда, вооруженные минами (брандеры), управляемые с помощью электромагнитных волн, — ближайшие задачи для дальнейшего усовершенствования в приборах телеграфирования без проводов», и отдельным пунктом стояло: «Приложение к маякам».

А. С. Попов считал такую подготовку недостаточной и настаивал на ее усилении. Сохранилось отношение Учебного отдела Главного морского штаба Инспектору минного дела от 30 октября (12 ноября) 1901 г., где указывается, что «одним из главных препятствий к успешной постановке дела беспроволочного телеграфирования, по мнению преподавателя Минного офицерского класса А. С. Попова, является в настоящее время недостаточная подготовка личного состава, и хотя в последние годы слушателям Минного класса и читались лекции по беспроволочной передаче электрической энергии, но недостаток практики служит препятствием к тому, чтобы выработать из них людей, настолько сведущих в технике этого дела, чтобы иметь возможность предоставить кому-нибудь из них, без особой подготовки, заведование и руководство этим делом на Дальнем Востоке...».

К сожалению, эти прогнозы оправдались и дали о себе знать в ходе Русско-японской войны. После нее в Минный класс пришли получившие большой боевой опыт преподаватели И. Г. Энгельман, Л. П. Муравьев, И. И. Ренгартен и др., которые действительно смогли поставить подготовку по радиотехнике в Минном офицерском классе на должную высоту. Среди окончивших его многие, получившие заслуженное право носить на груди знак Минного офицерского класса, в дальнейшем своими трудами и знаниями способствовали высокому развитию военно-морской радиосвязи.

Военно-морская академия

После изобретения радиосвязи А. С. Поповым и вооружения нашего флота радиотехническими средствами новая область техники в академии в течение ряда лет излагалась в курсе «Судовая электротехника». Специальных радиотехнического профиля академия в то время и вообще до Ве-

ликой Октябрьской социалистической революции не выпускала, но в развитии радиотехники принимала деятельное участие. В марте 1910 г. для преподавания упомянутого выше курса в академию был приглашен преподаватель А. С. Попова по Минному офицерскому классу А. А. Петровский. Осенью того же года он был утвержден штатным преподавателем. С марта 1912 г. в академии было введено преподавание радиотехники как самостоятельного предмета и чтение его впервые было организовано на Гидрографическом отделении. В связи с этим нововведением Учебным советом академии в октябре/ноябре 1912 г. А. А. Петровский был избран экстраординарным профессором по этому предмету, что по тогдашним понятиям означало признание за радиотехникой права на существование в качестве самостоятельной научной дисциплины и было эквивалентно созданию кафедры радиотехники в нашем сегодняшнем понимании.

Преподавание радиотехники в академии в результате активной организаторской и педагогической деятельности А. А. Петровского стало быстро развиваться. В решении Учебного совета академии от 8 (21) марта 1913 г. говорится: «Вследствие обширного и разнообразного применения радиотелеграфии в различных отраслях морского дела, необходимо прочно вводить изучение этого предмета в академии не только на Гидрографическом отделении, но и на других ее отделах». Все эти мероприятия первых лет становления радиотехнического образования в академии заложили серьезное основание для дальнейшего совершенствования и углубления системы радиотехнической подготовки офицеров флота.

Большой заслугой А. А. Петровского во время нахождения его в стенах академии (1910–1924 гг.) был выпуск в свет второго издания книги «Научные основания беспроволочной телеграфии» (1913 г.). Значение этой книги сразу же вышло далеко за пределы интересов только одной Военно-морской академии. Этот труд в течение многих лет служил основой для подготовки первых радиоинженеров в нашей стране. Тот же самый Д. М. Соколов, который по поводу первого издания книги в адрес А. А. Петровского бросил упрек в его «квасном» патриотизме, теперь в своей рецензии писал: «Нельзя не пожелать самого широкого распространения этой прекрасной книге. Для лиц же, занимающихся радиотелеграфией не только практически, но и теоретически, она должна стать настольной книгой». Академия наук также высоко оценила эту работу, присудив за нее А. А. Петровскому в ноябре 1913 г. большую премию имени Ахматова.

Военная электротехническая школа

Развитие работ в области беспроводной связи в Военной электротехнической школе самым тесным образом было связано с постановкой в ней обучения этим новым техническим средствам. Уже в первом своем обращении в Инженерное управление в конце 1900 г. начальник школы указывал, что приобретение аппаратуры необходимо «для практических занятий с офицерами переменного состава». Военный совет, разобрав 20 декабря 1901 (2 января) 1902 г. вопрос об ассигновании сумм на закупку станций, «признал безотлагательно необходимым предоставить обучающимся в Военной электротехнической школе офицерам возможность ознакомления практически с существующими приборами для телеграфирования без проводов и изучения на практике самих приемов такого способа телеграфирования ввиду его весьма важного значения в военном деле».

Первое ознакомление слушателей Офицерского класса школы с устройством станций и с работой на них было произведено с 5 (18) июля до 3 (16) августа 1902 г., когда эти станции находились в Кронштадте. Систематическое же изучение техники беспроводной связи в Военной электротехнической школе было организовано начиная с 1902/1903 учебного года и выражалось «в чтении лекций по этому предмету в Офицерском классе школы с демонстрацией этих лекций на особых для сего станциях, устроенных в здании школы».

Вокруг новой отрасли техники в Военной электротехнической школе постепенно начал складываться научный и педагогический коллектив. Одними из первых его представителей были В. К. Лебединский, знакомивший слушателей школы в курсе физики с «современными взглядами на катушку Румкорфа, действием электрической искры и другими вопросами электричества» (1901 г.), и офицеры-преподаватели И. А. Леонтьев, Ф. Я. Юхницкий, Д. М. Сокольников, М. Н. Критский и др. Заслуживает внимания деятельность профессора В. К. Лебединского (1868–1937 гг.). Будучи сугубо гражданским человеком, около десяти лет преподававшим физику в Николаевском военном инженерном училище, он играл в кругах армейских радиоспециалистов видную роль. Большинство из них были его учениками, а затем, продвигаясь по службе, становились крупными организаторами радиодола в армии и не порывали связи со своим учителем. Он, например, смог во время Первой мировой войны сгруппировать вокруг себя офицеров-радиоспециалистов и наладить в трудной боевой обстановке издание специального технического журнала «Вестник военной радиотехники и электротехники».

Позже он стал главой Нижегородской радиолaborатории им. В. И. Ленина, где основной костяк составляли бывшие армейские радиоспециалисты — его ученики. Здесь он редактировал замечательный журнал «Телеграфия и телефония без проводов» (1918–1928 гг.). Вообще, В. К. Лебединский был серьезным популяризатором молодой в то время радиотехники. В другом плане представляется деятельность одного из активнейших радиоспециалистов раннего периода радиотехники Ф. Я. Юхницкого. Он еще до начала обучения радиodelу в Военной электротехнической школе не раз побывал за границей, с целью ознакомления с этой новой отраслью техники.

Радиотехническая подготовка в гражданских высших технических учебных заведениях

Одним из первых гражданских высших учебных заведений, где началась подготовка инженеров для последующей их работы в области радиотехники, был Электротехнический институт в Петербурге.

Когда в 1901 г. сюда был назначен А. С. Попов в качестве профессора физики, институт размещался еще в старом здании по Ново-Исаакиевской улице (ныне ул. Якубовича), 18. В этом здании А. С. Попов сразу же после своего прихода создал при кафедре небольшую исследовательскую лабораторию по беспроволочному телеграфу. Первый раз курс «Телеграфирование без проводов» в институте А. С. Попов прочел в 1902–1903 гг. Начала радиотелеграфии излагались также в курсе «Основы теории телеграфных цепей», читаемом профессором П. С. Осадчим. В 1903 г. Институт переехал в новое, специально для него построенное здание на углу Аптекарского проспекта и Песочной улицы (ныне ул. проф. Попова). В учебный план 1906 г. подотдела «Телеграфов и телефонов» впервые были введены два специальных предмета, каждый со своей лабораторией: «Беспроводной телеграф» — на 7-м и 8-м семестрах и «Электрические колебания и электромагнитные волны» — на 8-м семестре. В институте имелась «Учебная радиотелеграфная станция», предназначенная «...для практического ознакомления студентов с распространенными в России и за границей системами беспроводногo телеграфа, методами измерений при колебаниях высокой частоты и настройкою станций».

Станция имела антенное устройство с металлической башней высотой 75 м. Теоретическую часть курса радиотехники после смерти А. С. Попова

читал проф. А. А. Петровский. Практические занятия вел и заведовал радиотелеграфной станцией инженер Н. А. Скрицкий, окончивший институт в 1907 г. (известны его книги: «Общий курс беспроводного телеграфа» (1913 г.) и «Радиотелеграфные измерения» (1914 г.)). В 1913 г. институт окончил И. Г. Фрейман, который с 1916 г. начал в нем же свою педагогическую работу. С 1911–1912 гг. в институте появилась «индивидуальная» специализация, выражавшаяся в определенной направленности преддипломной практики и дипломного проектирования. Первая мировая война сильно сократила число студентов и замедлила темпы подготовки инженеров-электриков (в том числе и с радиотехническим уклоном).

В 1902 г. открыл свои двери для студентов первого курса вновь организованный Петербургский политехнический институт. В числе учредителей этого учебного заведения и его электромеханического факультета были видные профессора Электротехнического института: физик и электротехник М. А. Шателен и физик, близкий к вопросам радиотехники, В. В. Скобельцын. На электромеханическом факультете М. А. Шателен стал первым деканом и заведующим кафедрой общей электротехники, В. В. Скобельцын получил кафедру физики, куда он вскоре привлек ряд крупных специалистов: физика-радиотехника Ф. А. Миллера, физика-оптика А. И. Тудоровского и других. Позже на той же кафедре начал свою научную деятельность академик А. Ф. Иоффе. Тогда же в институте приступил к чтению лекций по курсу теоретических основ электротехники и вскоре сделался заведующим кафедрой того же наименования ставший позже академиком В. Ф. Миткевич (1872–1951 гг.).

Положительные результаты этого проявились уже в начальный период работы факультета. Зимой 1907/1908 гг. состоялся первый выпуск молодых инженеров-электриков, среди которых оказалась «блестящая тройка» радистов: М. В. Шулейкин, А. А. Чернышев (1882–1940 гг.) — в дальнейшем академик, профессор Ленинградского политехнического института, ученый весьма широкого профиля и выдающийся изобретатель в самых различных областях радиотехники, электроники, телевидения, автоматики и техники высокого напряжения — и Н. Н. Циклинский. Помимо научной и учебной работы особой заслугой Н. Н. Циклинского была его многолетняя и многосторонняя деятельность в советской радиопромышленности, когда он в качестве «директора по радио Электротехнического треста заводов слабого тока» (ЭТЗСТ) руководил восстановлением отечественной радиопромышленности после тяжелой разрухи, вызванной гражданской войной и интервенцией.

Интерес к изложению теоретических основ радиотехники с ранних лет ее существования был проявлен также и в Институте инженеров путей сообщения, где в 1905 г. профессором Г. К. Мерчингом был выпущен курс под названием «Очерк основных законов установившегося и неуставившегося электрического тока и сопутствующих ему магнитных возмущений».

3.8. Преподавательская деятельность А. С. Попова

Педагогическим трудом изобретатель радио занимался на протяжении всей своей жизни — с момента окончания Петербургского университета до смерти, наступившей внезапно, на сорок седьмом году.

Попов был оставлен при университете для подготовки к профессорскому званию, но без стипендии. Таким образом, для него, не располагавшего достаточными средствами, обычный путь к научной деятельности был закрыт. Вскоре Попову предложили место ассистента в Минном офицерском классе в Кронштадте; здесь он служил восемнадцать лет, в течение которых были созданы прославившие его труды.

Круг обязанностей молодого ассистента А. С. Попова — ему было тогда 24 года — был довольно широк и включал следующее: проведение практических занятий по курсу электричества и магнетизма, заведывание физическим кабинетом и чтение курса высшей математики. Ассистентом Попов состоял шесть лет — до 1889 г., когда на эту должность был назначен Н. Н. Георгиевский. Но уже во второй год пребывания в Классе Попову поручили самостоятельно вести курс. В воспоминаниях Н. Н. Георгиевского находим строки, повествующие о том, как оставшийся вначале в тени помощник преподавателя стал видным специалистом-электриком, чьим мнением дорожили в морском ведомстве.

Педагогическая нагрузка в Классе была относительно небольшой, и преподавание длилось всего три месяца в году. Все остальное время преподаватели могли использовать для научной работы. Но в те месяцы, когда преподаватель нес педагогическую нагрузку, его рабочий день начинался рано утром и кончался поздно вечером. Вот что рассказывает П. Н. Рыбкин: «Трудовой день А. С. Попова начинался в 9 часов утра. Лекции продолжались до 12 часов, затем, после получасового перерыва, начинались практические занятия со слушателями Минного офицерского класса — до 3 часов. Вторые занятия — с 5 до 8 часов вечера. После вечерних за-

нятий некоторое время приходилось затрачивать на подготовку опытов и практических занятий к следующему дню, и во всех этих работах А. С. Попов принимал самое горячее участие».

В распоряжении Попова была превосходно оборудованная лаборатория, но в Кронштадте, более удаленном от Петербурга, чем другие пригороды, приходилось и самому изготавливать различные приборы и аппараты. Н. Н. Георгиевский замечает: «В Кронштадте не было ни точных механиков, ни опытных стеклодувов. А. С. Попов выучился и слесарной, и токарной работам и работал со стеклом; он был опытным токарем и по дереву, и по металлу и весьма искусным стеклодувом».

По свидетельству современников, Попов относился к тем ученым с золотыми руками, которые не только умеют, но и любят сами делать все, не пренебрегая и мелкими поделками, починкой приборов, отнимающими немало времени. В этом отношении он напоминал М. Параден, который, в отличие от своего учителя Г. Деви, всю жизнь делал все сам для опытов, пользуясь услугами лишь служителя лаборатории Королевского института, старика — отставного сержанта.

Ближайшие друзья, сотрудники, кронштадтская общественность высоко ценили и дорожили всем тем, что было сделано руками Попова. Когда после его смерти на вечере памяти была устроена выставка, то на одной стороне как ценные реликвии были показаны приборы и аппараты — живые свидетели зарождения и начальных этапов развития беспроводной телеграфии, а на другой — оборудование лаборатории, изготовленное руками Попова.

В педагогической деятельности Попова особое место занимают те курсы, которые читались впервые. Это курсы электротехники и телеграфии без проводов. Читая их, Попов выступал пионером электротехнического, а затем и радиотехнического образования в России.

Курс электричества А. С. Попов стал читать в Минном офицерском классе с 1884 г., а с 1890 г. и в Техническом училище Морского ведомства (Высшее военно-морское инженерное училище им. Ф. Э. Дзержинского). Он сам составлял программы курса, постоянно обновляя и уточняя их. После нескольких лет работы, сопровождающейся углубленным изучением электротехники, А. С. Попов стал одним из видных специалистов по практическому применению электротехники во флоте, подготовленным и широко эрудированным физиком и электротехником. С 1887 г. А. С. Попов часто выступал с публичными лекциями по физике и электротехнике, которые скоро стали очень популярны не только в Кронштадте, но и в Петербурге.

В 1901 г. он был назначен профессором Электротехнического института на кафедру физики. Поступив в институт, Попов с увлечением занялся созданием физической лаборатории, которая содействовала бы выполнению учебного плана института в подготовке инженеров-электриков. Предшественник Попова В. В. Скобелецын уже начал это дело, располагая крайне ограниченными средствами, предоставлявшимися руководителю кафедры, ведавшему и лабораторией. При Попове институт переехал в новое здание, и Физическая лаборатория получила просторное помещение из нескольких комнат.

Работая в учебном заведении, готовившем инженеров-электриков, Попов построил свой курс, имея в виду эту главную задачу. Ей же была подчинена тематика научных исследований, проводившихся им в лаборатории. Опубликованная записка «Общее направление курса физики и ближайшие задачи научных работ в Физической лаборатории Электротехнического института» характеризует направление, которое Попов старался сообщить развитию возглавляемой им дисциплины. «Главная задача курса физики, — писал он, — дать основы учения об электричестве в таком изложении, чтобы те глубокие взгляды на природу электрических явлений, которые создались благодаря работам М. Фарадея и Д. К. Максвелла, заняли первенствующее положение в науке и после знаменитых опытов Г. Герца не казались недоступными для обыкновенных смертных, а напротив, являлись руководящими началами в изучении электротехники».

Работу в Электротехническом институте Попов совмещал, особенно в первое время, со службой в Морском ведомстве. Он не только руководил внедрением нового средства связи на кораблях флота, но продолжал участвовать в подготовке специалистов в этой области. А. А. Петровский рассказывал: «Обычно А. С. приезжал к нам 1–2 раза в течение лета, чтобы ознакомиться с текущей работой и дать свои указания. Его появление среди нас считалось своего рода праздником, его присутствие вносило в наши ряды известный подъем и оживление».

Попов не был блестящим оратором. Неизгладимое впечатление на слушателей он производил иными средствами. По свидетельству близко знавших его людей, Попов ясно и просто излагал основные понятия, строго выделял суть дела и обращал внимание на наиболее важные стороны освещаемого вопроса. «Как всякий выдающийся ум, — рассказывает В. К. Лебединский, — он накладывал на излагаемый предмет печать своего духа; и хотя в его лекциях осведомленный читатель не найдет чего-либо существенно нового, но зато сразу почувствует внушительную силу лектора,

его власть над излагаемым предметом и оригинальный, но вместе с тем ясный и доступный способ изложения».

Успех лекций Попова в значительной степени был обусловлен тщательно подготовленными и искусно проведенными опытами; экспериментальная часть была центром в его преподавании. Об этой особенности единогласно говорят все, писавшие о педагогической деятельности Попова разных периодов, — и когда он был еще начинающим преподавателем Минного офицерского класса, и когда он был уже профессором Электротехнического института.

Много внимания уделял Попов практическим занятиям со студентами. В Электротехническом институте у него был ряд помощников — ассистентов и лаборантов, которые вели практические занятия, но профессор неизменно присутствовал на них, следя за работой каждого студента.

Как и многие профессора, безгранично любящие свое дело, Попов не довольствовался официальным учебным расписанием. После лекций и практических занятий он подолгу беседовал со студентами на интересующие каждого из них темы. Это были, пожалуй, самые приятные часы, проведенные ими со своим профессором. Один из учеников, упоминавшийся выше А. А. Савельев, рассказывал: «Для нас, начинающих, многие понятия, которыми оперировала радиотехника, были совершенно новы; многое для электротехники было необычно, да и вообще ново. И каждый раз на наш вопрос Александр Степанович давал ясный, ободряющий ответ, и с такой задушевностью и простотой, что становилось не страшно спрашивать еще и учиться у него искусству экспериментирования с тогдашними радиоприборами, которые действительно требовали искусства».

Заключение

Александр Степанович Попов прожил короткую, но удивительную жизнь ученого, изобретателя, подарив миру свое великое изобретение — радио. В течение последних десяти лет своей жизни он постоянно улучшал свое изобретение, внедрив более десяти усовершенствований в аппаратуру, выпускаемую российскими и зарубежными фирмами и предприятиями.

Друзья и коллеги отмечают его исключительно бережное отношение к авторству других, что не позволило ему ни разу присвоить чье-либо изобретение или использовать его в своих работах без ссылки на автора. Вовсе не «непрактичность и нерасторопность» не позволили своевременно запатентовать Попову изобретение беспроволочного телеграфа. Дело в том, что он совершенно искренне считал, что использовав известные к тому времени электрический звонок, когерер, антенну, катушку Румкорфа и соединив все это в единую работоспособную схему, он не изобрел ничего нового, постоянно в разговорах на эту тему подчеркивая основополагающую роль Генриха Герца, с повторения опытов которого Попов и подошел к своему изобретению.

Генрих Рудольф Герц умер в 1894 г. в возрасте 37 лет. Но даже за такую короткую жизнь он сделал очень много. Он впервые получил и исследовал явление фотоэффекта. Его именем названа единица частоты — герц. Это одно колебание в секунду. Введенная им при расчете электромагнитных полей специальная векторная величина получила название «вектор Герца» и используется при расчетах излучающих систем до сих пор, а «волны Герца» (впоследствии радиоволны) являются одной из важных составляющих жизни современного человечества.

Попов, повторяя опыты Герца, демонстрируя их в течение трех лет интересующейся публике сначала в Кронштадте, где он работал, а затем в Санкт-Петербурге, постепенно пришел к мысли о практическом использовании «волн Герца». Сначала в устройстве сигнализации без проводов, а затем в устройстве передачи информации А. С. Попов использовал изобретенный им чувствительный индикатор, реагирующий на «волны Герца» — первый радиоприемник.

Прочитанный 7 мая 1895 г. А. С. Поповым доклад в Русском физико-химическом обществе ознаменовал завершение целей эпохи напряженных исследований, отмеченной именами величайших умов, какие только знает история науки. Радио не могло быть изобретено в результате внезапного вдохновения или случайного наблюдения. Научная почва, на которой оно выросло, создавалась в течение многих десятилетий. Это была цепь глубоких исследований, и то, что было сделано А. С. Поповым, являлось ее основным и решающим звеном.

К своему бессмертному достижению изобретатель радио пришел путем длительных экспериментальных исследований и сосредоточенных раздумий над волновавшими весь мир вопросами природы и использования электрических волн и колебаний. Влияние открытия А. С. Попова, которое было воплощено им самим в технически завершенную конструкцию, распространилось далеко за пределы науки и техники. Без радио немыслима вообще культура наших дней.

Огромная заслуга А. С. Попова состоит не только в том, что им была предложена и реализована в технически завершенной конструкции идея радиосвязи, но и в создании радиотехнического оборудования и организации первых практических линий радиосвязи. Первые образцы радиоаппаратуры, используемые для опытов по выявлению возможностей нового метода связи, были изготовлены А. С. Поповым самостоятельно. Эти приборы применялись в испытаниях радиосвязи на кораблях русского флота, практической работе радиолинии Кронштадт — Форт «Константин» до 1898 г. По проекту А. С. Попова в 1899 г. начала выпуск радиоаппаратуры французская фирма «Дюкрете», поставлявшая ее в Россию. В 1900 г. в связи с принятием радиосвязи на вооружение русского флота А. С. Поповым организована Кронштадтская мастерская, целью создания которой было обеспечение флота радиостанциями отечественной постройки.

На протяжении всей своей активной творческой жизни А. С. Попову сопутствовало определение «первый». Это первый когерентный радиоприемник и первая радиотелеграфная система (апрель 1895 г.); первый прибор

.....

для регистрации электромагнитных излучений атмосферного происхождения — грозоотметчик (июль 1895 г.); первый детекторный радиоприемник с приемом телеграфных сигналов на слух (сентябрь 1899 г.); первый кристаллический точечный диод (июнь 1900 г.); первая радиотелефонная система (декабрь 1903 г.).

Известно, что Попова приглашали переехать для работы в Америку, предлагая для завершения работ в России и их организации на новом месте практически неограниченные финансовые средства. Сейчас, когда не сотни, а тысячи ученых, получив образование и практический опыт в России, уезжают за границу, увозя туда свои знания и научный багаж, не каждый поймет ответ Попова на приглашение уехать: «Я русский человек и все свои знания, весь свой труд, все свои достижения имею право отдать только моей родине».

Еще одной заслугой А. С. Попова, не меньшей, чем изобретение радио, является организация радиотехнического образования в России. При жизни Попова учебные курсы по радиотелеграфу стали изучаться в пяти высших учебных заведениях России: Минном офицерском классе, Техническом училище Морского ведомства в Кронштадте, Электротехническом и политехническом институтах и Институте инженеров путей сообщения в Петербурге. Начав ассистентом в 1883 г., Попов закончил свою преподавательскую деятельность профессором кафедры физики Электротехнического института, отдав педагогической работе 23 года своей жизни — то есть практически все отпущенное ему судьбой время.

Если в свое время А. С. Попову, чтобы получить высшее образование, нужно было ехать в Петербург за тысячи километров от родного дома, то в наше время земляки его могут это сделать на своей родине — на Урале. И поможет получить специальность радиоинженера радиотехнический институт ИРИТ — РТФ УрФУ. Успехи коллектива преподавателей и инженеров-исследователей радиотехнического института в деле развития радиотехнической инженерной подготовки и научной деятельности, свидетельствуют о его зрелости. Новые достижения работников российской радиоэлектроники, в том числе и научно-педагогического коллектива нашего института, в подготовке специалистов, а также новые достижения студентов на пути овладения своей специальностью будут лучшим памятником великому ученому, нашему земляку, изобретателю радио Александру Степановичу Попову.

Приложение

ИРИТ-РТФ

Сегодня с уверенностью можно сказать, что Институт радиоэлектроники и информационных технологий — РТФ (ИРИТ-РТФ) Уральского федерального университета представляет собой не только современное, но и передовое образовательное учреждение, обладающее необходимым потенциалом для решения образовательных и научных задач. В настоящее время институт оснащен самым лучшим оборудованием ведущих мировых фирм, которое позволяет проводить исследования в области теории электромагнитного поля, электромагнитной совместимости, радиоэлектроники, телекоммуникаций, информационных технологий и систем управления на самом высоком уровне. В институте работает замечательный творческий коллектив, сочетающий в себе опыт профессоров старшего поколения с творческой энергией и инициативностью молодежи.

Благодаря этому были реализованы новые образовательные и научные проекты, в которых активно участвовали научно-педагогические работники, аспиранты и студенты института. Наша работа в первую очередь направлена на подготовку кадров для Уральского федерального округа и Свердловской области. Продолжается тесное сотрудничество с предприятиями и организациями, в которых работают наши выпускники, и, судя по оценкам руководителей, работают они успешно.

Институт давно перешел на двухуровневую систему: бакалавриат и магистратура. На первом этапе, в бакалавриате, происходит общепрофессиональная подготовка. В магистратуре формируются навыки и знания, позволяющие ставить и решать научные, технологические, конструкторские и производственные проблемы любой сложности.

Расширяется география стран, откуда приезжают студенты. К государствам ближнего зарубежья: Казахстану, Армении, Таджикистану, Киргизии и Украине — добавились Алжир, Ирак, Монголия, Габон и Бразилия. Более 50 студентов-иностранцев обучаются в институте. Многие магистранты, закончившие институт, пополняют ряды аспирантуры, которая в последние годы приобретает новое качество, давая возможность выпускникам приобрести более глубокие знания, образовательный опыт и получить квалификацию «Преподаватель-исследователь».

Заслуженное признание в России и за рубежом получили научные школы «Прикладная электродинамика» (руководитель — заслуженный деятель науки и техники РФ, профессор, доктор технических наук, почетный профессор УрФУ Б. А. Панченко), «Математическое моделирование управления и совершенствования энерготехнологических процессов» (руководитель — заслуженный деятель науки и техники РФ, профессор, доктор технических наук В. Г. Лисиенко), «Теория управления, обратных задач и алгебраических структур» (руководители — член-корреспондент РАН, профессор, доктор физико-математических наук П. С. Мартышко и член-корреспондент РАН, профессор, доктор физико-математических наук А. Г. Ченцов).

В институте созданы и активно работают два ключевых центра: «Квантовые и видеоинформационные технологии: от компьютерного зрения к видеоаналитике» (научный руководитель доктор технических наук П. С. Мартышко) и «Nano-meta и smart-технологии в перспективных радиоэлектронных и телекоммуникационных системах» (научный руководитель доктор технических наук С. Н. Шабунин).

Новые возможности для реализации прорывных проектов студентов и сотрудников института появились с созданием и вводом в эксплуатацию Студенческого центра высоких технологий. Имеющиеся уникальное оборудование и программные средства позволяют решать широкий спектр научных и производственных задач, доводить свои идеи до реального воплощения.

Новым шагом в развитии ИРИТ-РТФ стало присвоение ему статуса стратегической академической единицы (САЕ). Связанное с этим изменение структуры института и частичное обновление содержания научных исследований призвано закрепить роль УрФУ как мирового лидера в области функционально ориентированных процессоров и микроэлектроники, систем обработки и хранения больших объемов данных, нейротехнологий, а также в подготовке инженерных кадров для опережающего развития

информационных технологий и телекоммуникаций России, обеспечения ее технологической и кадровой независимости и мирового приоритета.

Научными и инженерными коллективами, входящими в САЕ, как самостоятельно, так и в рамках существующих консорциумов с промышленными (Key Sight Technologies, National Instruments, Intel, Cisco Systems, Synopsis, Teradata, НПО Автоматика, СКБ Контур) и академическими (институты УрО РАН, Institut Polytechnique de Grenoble (Франция), The Montreal Neurofeedback Center (Канада), University of Wisconsin (США)) партнерами ведутся прорывные разработки по двум ключевым направлениям: «Интеллектуальные системы обработки сверхбольших массивов данных (технология BigData)» и «Когнитивные радиоэлектронные, телекоммуникационные и навигационные системы».

В рамках развития нового направления, связанного с изучением и внедрением радиоэлектронных методов управления нейропластичностью головного мозга, разрабатывается магистерская программа «Интеллектуальные информационные системы функциональной диагностики и нейрореабилитации». К 2020 г. планируется не менее 50 % выпуска магистров готовить по этим программам.

Впервые будет разработана на основании стандарта CDIO+ и реализована для направления «Информационные системы и технологии» экспериментальная образовательная программа сквозной 5-летней подготовки (2 года магистратуры + 3 года аспирантуры) с промежуточной аттестацией (в соответствии с практиками MIT, Stanford, UC Berkeley) и с получением по окончании программы степени кандидата наук (степени PhD), с последующим поэтапным переходом на нее как минимум 30 % программ высшей школы САЕ.

Для развития кооперации с ведущими российскими и зарубежными компаниями достигнуты соглашения о создании и развитии совместных учебно-исследовательских лабораторий с компаниями НПО Автоматика, СКБ Контур, Ай-Теко, Naumen, KeySightTechnologies, NationalInstruments, Intel, Synopsis, Teradata.

Основной задачей исследовательской деятельности САЕ является создание технологической базы для ответа на запросы рынков будущего по следующим перспективным направлениям развития:

1. Интеллектуальные системы обработки сверхбольших массивов данных (технология BigData). Совместно с ИММ УрО РАН, Санкт-Петербургским институтом информатики и информатизации и компаниями Ай-Теко и Teradata нашим институтом ведутся исследования в области

on-line и off-line обработки и визуализации больших объемов данных, облачных технологий и параллельных вычислений, совместно с компанией «ДАТА-ЦЕНТР Автоматика» ведутся исследования в области машинного обучения и анализа больших объемов данных в интересах оптимизации производственных процессов крупнейших металлургических компаний и РЖД.

2. Когнитивные радиоэлектронные, телекоммуникационные и навигационные системы. Совместно с Keysight Technologies ведется разработка сегментов систем связи нового поколения 5G, а также интегрированной со спутниковыми каналами системы 6G. В кооперации с компанией Synopsis, Institut Polytechnique de Grenoble и French Institute for Research in Computer Science and Automation производится разработка функционально ориентированных процессоров нового поколения для перспективных информационных и телекоммуникационных систем, таких как интернет-вещей (Internet of Things), интернет-пространства (Internet of Space), робототехнических и навигационных систем.

3. Экспериментальная программа сквозного 5-летнего обучения с привлечением зарубежных исследователей и проведением стажировок в ведущих зарубежных компаниях и университетах.

4. Расширение практики проведения совместных НИОКР и создания совместных лабораторий с ведущими российскими и зарубежными компаниями и исследовательскими центрами (такими как Intel, Cisco, Imagination, SAP и т. д.) по приоритетным направлениям исследовательской деятельности СAE.

5. Повышение академической мобильности ППС и студентов. Введение обязательных норм публикации результатов исследовательской деятельности в изданиях индексируемых WoS и Scopus с последующим введением требования о минимальном импакт-факторе издания. Стимулирование участия в международных реферируемых конференциях по приоритетным направлениям деятельности СAE.

6. Повышение доли иностранных студентов за счет расширения существующих связей со странами Центральной и Юго-Восточной Азии.

За счет активного взаимодействия с академическими и промышленными партнерами к 2020 г. количество публикаций в высокорейтинговых журналах возрастет в 2 раза, объем доходов от научной и инновационной деятельности — в 2,8 раза, при этом объем произведенной научной, инновационной и высокотехнологичной производственной продукции на 1 НПП будет не менее 1400 тыс. руб. К 2018 г. УрФУ войдет в отрасле-

вые рейтинги QS Electrical & Electronic, Engineering и Computer, Science & Information Systems. За счет привлечения зарубежных НПР их доля в составе персонала САЕ возрастет к 2020 г. до 10 %, а количество иностранных студентов до 14 %.

Для получения в близкой перспективе столь значительных, прорывных достижений наш институт имеет все основания, подтвержденные интенсивной работой коллектива в последние годы.

28 апреля 2016 г. была открыта новая страница в истории российской космонавтики, а именно совершен первый пуск ракеты «Союз» с нового космодрома «Восточный». Названному событию предшествовала кропотливая работа сотрудников ИРИТ-РТФ по созданию метеорологического обеспечения этого пуска. В течение 2013–2016 гг. в качестве головного исполнителя ИРИТ-РТФ УрФУ совместно с соисполнителями АО «УПП «Вектор» (Екатеринбург) и АО «Радий» (г. Касли, Челябинская обл.) по договору с ФГУП «Центрэксплуатации объектов наземной космической инфраструктуры» (г. Москва) разработал и представил на автономные испытания систему аэрологического зондирования атмосферы (СА ЗА) космодрома Восточный в составе мобильного аэрологического комплекса «МАК» и стационарной системы зондирования «Полюс-С». Руководил проектом профессор, доктор технических наук В. Э. Иванов. Автономные испытания проходили на космодроме Восточный в период с 4 по 10 октября 2015 г. Не будет преувеличением утверждать, что именно самоотверженный труд наших коллег послужил успешному запуску ракеты-носителя «Союз-2» и освоению нового космодрома.

В целом активно и взаимовыгодно идет взаимодействие с предприятиями Екатеринбурга и области. Выполняются проекты для ОАО «НПО автоматики имени Н. А. Семихатова», АО «УПП «Вектор», АО «ОКБ «Новатор», ОАО «Завод радиоаппаратуры», УПКБ «Деталь», ФГУП «ПО «Октябрь» и других. Постоянно растет объем научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ. Институт прошел аккредитацию на выполнение работ для оборонного промышленного комплекса страны.

В УрФУ на базе ИРИТ-РТФ была открыта академия Cisco. По своему существу она представляет собой образовательный и инновационный центр. Цель его создания — реализация инновационных научно-прикладных разработок, востребованных бизнесом и государством на российском и международном рынках, развитие импортозамещающих технологий и услуг с привлечением сотрудников вуза, аспирантов, студентов, представителей предприятий реального сектора экономики.

Работа академии Cisco была высоко оценена на ежегодном форуме в Москве. Уральский федеральный университет награжден дипломом за плодотворную работу и активное участие в программе Сетевой академии Cisco в 2015/2016 гг., ректор Университета получил благодарственное письмо.

Студенты ИРИТ-РТФ впервые приняли участие в международном конкурсе Cisco Net Raders. Победа Алексея Маслакова (1 место) стала основанием для гордости за работу академии.

Почетный приз — Серебряный кубок — уже в третий раз завоевала команда студентов и магистрантов кафедры вычислительных методов и уравнений математической физики под руководством доктора физико-математических наук Е. Н. Акимовой в престижном международном суперкомпьютерном соревновании ASC-2016 Asia Student Supercomputer Challenge (Тайюань, Китай). Команда Уральского федерального университета вошла в число 16 команд-победителей из 152 команд 135 университетов мира.

На престижной международной олимпиаде в сфере информационных технологий «ИТ-Планета» в конкурсе компании Cisco «Технологии передачи данных в локальных и глобальных сетях» в число победителей олимпиады вошел студент В. А. Кодолов, занявший 3 место.

Первой премии губернатора за лучшую научно-исследовательскую работу в области информационных технологий по итогам 2016 г. удостоен аспирант кафедры ИТ А. В. Круглов.

Сформированный при институте научно-исследовательский медико-биологический инженерный центр высоких технологий под руководством профессора, доктора технических наук В. С. Кубланова проводит исследования в области создания комплексов полифакторной нейроэлектростимуляции головного мозга. Работа ведется как с представителями Уральского государственного медицинского университета, так и специалистами лаборатории тактильной коммуникации и нейрореабилитации университета штата Висконсин, США.

Большим практическим достижением института является аккредитация Центра электромагнитных измерений с его уникальным оборудованием для исследования радиоэлектронного и телекоммуникационного оборудования, а также решения задач электромагнитной совместимости.

В 2016 г. была закончена разработка прототипа функционально ориентированного процессора бесплатформенной инерциальной навигационной системы (ФОН БИНС) для малогабаритных высокоманевренных летательных аппаратов. Производительность процессора выше, чем у известных отечественных аналогов.

Студентами ИРИТ-РТФ выполнен цикл работ по приему и обработке телеметрической информации от системы малых спутников: прием и анализ сигналов японского спутника SEEDS2. Магистранты Д. Строганов, Е. Сущевская, П. Юрьев заняли второе место на студенческих соревнованиях АТУРК по инновационному проектированию малых спутников Sino-Russian University Students Satellite Innovation Design Contest 2016. Студенческие соревнования проходили 12–16 августа в Харбине. В них приняли участие команды 27 вузов: пять из России и 22 из Китая.

В 2016 г. стартовал проект «Умная парковка». Результаты исследований были представлены на международных конференциях: «Компьютерный анализ изображений: интеллектуальные решения в промышленных сетях», 26-й Международной Крымской конференции «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии», форум молодых ученых «ИТ: глобальные вызовы и новые решения».

В 2017 г. ИРИТ-РТФ отметил свое 65-летие. Без преувеличения можно утверждать, что к своему юбилею наш институт подошел как сложившаяся кузница востребованных кадров для радиоэлектронной промышленности, для отраслей, связанных с современными информационными технологиями, как работоспособный, высоко профессиональный и эффективный научный коллектив.

*Директор ИРИТ-РТФ
профессор, доктор технических наук
С. Н. Шабунин*

Основные даты жизни и деятельности А. С. ПОПОВА

1859, 16 марта	Родился в поселке Турьинские рудники (ныне город Краснотурьинск) на Северном Урале в семье священника Стефана Петровича Попова и его супруги Анны Стефановны.
1868	Уезжает в г. Долматово учиться в духовном училище.
1873	После окончания духовного училища поступает в Пермскую духовную семинарию.
1877	Оканчивает 4 класса семинарии; за лето готовится к экзамену на аттестат зрелости, сдает его и поступает в Санкт-Петербургский университет.
1880	Участвует в проведении Первой электротехнической выставки в Санкт-Петербурге.
1882, 29 ноября	Защищает диссертацию «О принципах магнито- и динамоэлектрических машин постоянного тока» (диплом выдан 31 января 1883 г.).
1883	Поступает преподавателем в Минный офицерский класс в г. Кронштадт.
1883, сентябрь	Публикует первую научную статью «Условия наивыгоднейшего действия динамоэлектрической машины» в журнале «Электричество».
1883, ноябрь	Женится на дочери адвоката Раисе Алексеевне Богдановой.
1887, апрель	Избран членом Русского физико-химического общества (РФХО).
1889	Знакомится с опытами Герца и начинает совершенствовать аппаратуру для передачи радиосигналов.
1890, март	Делает сообщение «Об электрических колебаниях» с повторением опытов Герца в Морском музее в Санкт-Петербурге.
1893, май	Вступает в Русское техническое общество.
1893, май–июль	Посещает Всемирную выставку в Чикаго, где знакомится с новейшими достижениями в электротехнике.

1894, август	Знакомится с работой О. Лоджа по передаче сигналов азбуки Морзе с помощью радиоволн.
1895, 7 мая	Доклад Попова на заседании РФХО с демонстрацией приема радиосигналов. С 1945 г. эта дата отмечается в России как День радио.
1895, 30 апреля	Первое сообщение об изобретении Попова в газете «Кронштадский вестник».
1895, июль	Создание грозоотметчика — когерентного приемника для регистрации электромагнитных сигналов атмосферного происхождения.
1896, январь	Статья Попова в «Вестнике РФХО» с изложением сути его изобретения.
1896, 24 марта	На заседании РФХО демонстрирует свое изобретение и осуществляет передачу радиограммы на расстояние 250 метров.
1897	Смерть отца.
1897, осень	Оборудует первый в России рентгеновский кабинет в Николаевском военно-морском госпитале в г. Кронштадте.
1898	Радиоприемник Попова установлен на кораблях Балтийского флота.
1899, январь	Принимает участие в спасении броненосца «Генерал-адмирал Апраксин» в финском заливе при помощи радиосвязи.
1899, апрель	Посещает Париж, где рассказывает о своем изобретении зарубежным ученым.
1899, август	Проводит опыты радиосвязи с воздушным шаром в Воздухоплавательном парке под Санкт-Петербургом.
1899, август — сентябрь	Участвует в испытании радиостанций французской фирмы «Дюкрете» на кораблях Черноморского флота.
1899, 29 декабря	Делает доклад «Телеграфирование без проводов» на Первом Всероссийском электротехническом съезде в Санкт-Петербурге.
1900, 6 февраля	Введена в действие построенная под руководством А. С. Попова первая в мире линия радиосвязи между островами Гогланд и Кутсало в Финском заливе протяженностью более 45 км. Первая депеша, переданная на Гогланд, содержала приказ ледоколу «Ермак» выйти в море для спасения рыбаков, унесенных на льдине.

1900, август	Доклад Попова на IV Международном электротехническом конгрессе в Париже. Присуждение ему золотой медали и диплома Всемирной выставки за аппаратуру для беспроволочного телеграфирования.
1901	Покидает Кронштадт и становится профессором Электротехнического института.
1901, 30 ноября	Получает российский патент на телефонный приемник (французский патент получен в январе 1900 г.).
1902	Усилиями Попова в Кронштадте налажен выпуск первых русских радиостанций.
1903, август	Принимает участие в Первой Международной конференции по беспроволочному телеграфированию в Берлине.
1903, осень	Разрабатывает совместно с С. Я. Лифшицем радиотелефонную систему с использованием искрового передатчика и детекторного приемника.
1904	Заключает соглашение с акционерным обществом русских электротехнических заводов «Сименс и Гальске» и немецкой фирмой «Телефункен» о производстве аппаратуры беспроволочного телеграфирования по системе Попова в Санкт-Петербурге.
1905, 26 сентября	Избран директором Санкт-Петербургского электротехнического института.
1906, 13 января	Скончался от кровоизлияния в мозг. Похоронен на Волковом кладбище в Санкт-Петербурге.

Библиографический список

1. Берг А. И. Изобретатель радио А. С. Попов / А. И. Берг, М. И. Радовский. Москва : Госэнергоиздат, 1950. 187 с.
2. Радовский М. И. Александр Степанович Попов / М. И. Радовский. Москва : Академия наук СССР, 1956. 206 с.
3. Бренев И. В. Начало радиотехники в России / И. В. Бренев. Москва : Советское радио, 1970. 256 с.
4. Изобретение радио. А. С. Попов: документы и материалы. Москва : Наука, 1966. 284 с.
5. Зиновьев А. Л. Введение в специальность радиоинженера : учебное пособие / А. Л. Зиновьев, Л. И. Филиппов. Москва : Высшая школа, 1980.
6. Лосев А. К. Введение в специальность «Радиотехника»: учебное пособие / А. К. Лосев. Москва : Высшая школа, 1980.
7. Блохин А. В. Специальность — радиоинженер : учебное пособие / А. В. Блохин. Свердловск : УПИ, 1989.
8. Блохин А. В. Изобретение радио и начало радиотехники : учебное пособие / А. В. Блохин. Екатеринбург : ГОУ ВПО «УГТУ–УПИ», 2009. 96 с.
9. Горохов В. Г. Становление радиотехнической теории: от открытия к практике. На примере технических следствий из открытия Г. Герца / В. Г. Горохов // Вопросы истории, естествознания и техники / Институт философии РАН. 2006. № 2, С. 49–62.
10. Блохин А. В. У истоков изобретения радио : учебное пособие / А. В. Блохин. Екатеринбург : УрФУ, 2013. 79 с.
11. Шапкин В. И. Радио: открытие и изобретение / В. И. Шапкин. Москва : ДМК ПРЕСС, 2005. 190 с.
12. Меркулов В. Д. Какое радио изобретал Маркони / В. Д. Меркулов // Радио. 2007. № 6, 7.
13. Блохин А. В. У истоков изобретения радио : учебное пособие. 2-е изд., доп. / А. В. Блохин. Екатеринбург : УрФУ, 2016. 107 с.
14. Круглова Л. Александр Степанович Попов / Л. Круглова. Москва : Комсомольская правда, 2016. 96 с.
15. Радовский М. И. Александр Попов / М. И. Радовский. Москва : Молодая гвардия, 2009. 295 с.

Оглавление

Предисловие	3
Введение.....	4
ГЛАВА 1. Технические возможности: устройства и приборы	
предшественников радио, имена и даты [13]	11
1.1. Питер ван Мушенбрук. Лейденская банка.....	11
1.2. Бенджамин Франклин. Молниеотвод.....	13
1.3. Георг Вильгельм Рихман. Исследования атмосферного электричества	14
1.4. Луиджи Гальвани. Теория «животного электричества»	16
1.5. Алессандро Вольта. Вольтов столб	17
1.6. Ханс Кристиан Эрстед. Связь электрических и магнитных явлений	19
1.7. Майкл Фарадей. Электромагнитная индукция	20
1.8. Павел Львович Шиллинг. Первый электромагнитный телеграф.....	21
1.9. Борис Семенович Якоби. Телеграфный аппарат, печатающий буквы	22
1.10. Джозеф Генри. Электромагнитное реле	23
1.11. Сэмюель Финли Бриз Морзе. Электромагнитный пишущий аппарат и код Морзе.....	24
1.12. Генрих Даниэль Румкорф. Катушка Румкорфа.....	24
1.13. Махлон Лумис. Первая в истории радиопередача	25
1.14. Элиу Томсон. Формула Томсона. Беспроводная передача и прием сигналов.....	26
1.15. Дэвид Эдвард Хьюз. Буквопечатающий телеграфный аппарат. Микрофон.....	27
1.16. Амос Эмерсон Долбер. Беспроводной телеграф. Передача речи по эфиру.....	28
1.17. Томас Альва Эдисон. Переносной приемник электромагнитных колебаний.....	29

1.18. Джеймс Клерк Максвелл. Предсказание электромагнитных волн.....	31
1.19. Эдуард Бранли. Когерер.....	32
1.20. Вильям Джозеф Крукс. Гипотетическая классификация составляющих устройств передачи и приема информации в радио	34
1.21. Оливер Джозеф Лодж. Прибор для регистрации приема электромагнитных волн	36
1.22. Никола Тесла. Первый в мире радиопередатчик	38
1.23. Генрих Рудольф Герц. Открытие «волн Герца» [9, 10]	42
ГЛАВА 2. Изобретение радио [3, 7, 8].....	61
2.1. Изобретение радиосвязи А. С. Поповым	61
2.2. Гульельмо Маркони. Патент Маркони.....	95
2.3. Владимир Владимирович Скобельцин. Усовершенствование приемника А. С. Попова.....	101
2.4. Кто же изобретатель радио?	104
2.5. Радиоприемник, переживший века	114
ГЛАВА 3. Первые шаги радиосвязи [8].....	117
3.1. Гогландская эпопея. Спасение рыбаков.....	117
3.2. Зарождение отечественной радиопромышленности.....	119
3.3. Радиосвязь на русском военном флоте.....	124
3.4. Радиосвязь в русской армии	130
3.5. Применение радиосвязи для гражданских целей.....	136
3.6. Совершенствование радиотехнических методов и средств в 1900–1915 гг.	140
3.7. Инженерно-техническая подготовка специалистов по радиотехнике	149
3.8. Преподавательская деятельность А. С. Попова	155
Заключение	159
Приложение	162
ИРИТ-РТФ	162
Основные даты жизни и деятельности А. С. ПОПОВА	169
Библиографический список	172

Учебное издание

Блохин Анатолий Васильевич

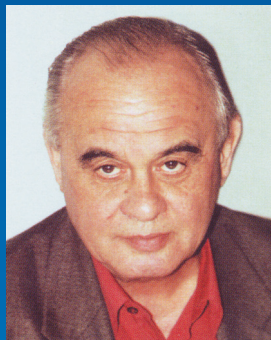
У ИСТОКОВ ИЗОБРЕТЕНИЯ РАДИО

Корректор А. А. Трофимова
Верстка О. П. Игнатъевой

Подписано в печать 21.03.2018. Формат 70×100/16.
Бумага офсетная. Цифровая печать. Усл. печ. л. 14,2.
Уч.-изд. л. 8,7. Тираж 50 экз. Заказ 6

Издательство Уральского университета
Редакционно-издательский отдел ИПЦ УрФУ
620049, Екатеринбург, ул. С. Ковалевской, 5
Тел.: +7 (343) 375-48-25, 375-46-85, 374-19-41
E-mail: rio@urfu.ru

Отпечатано в Издательско-полиграфическом центре УрФУ
620083, Екатеринбург, ул. Тургенева, 4
Тел.: +7 (343) 358-93-06, 350-58-20, 350-90-13
Факс: +7 (343) 358-93-06
<http://print.urfu.ru>



БЛОХИН АНАТОЛИЙ ВАСИЛЬЕВИЧ

Профессор департамента радиоэлектроники и связи ИРИТ-РТФ, автор публикаций, посвященных изобретателю радио А. С. Попову. Декан радиотехнического факультета — РТФ (1987–1997 гг.), директор филиала УГТУ–УПИ в г. В. Салда (1998–2004 гг.). Область научных интересов — аппаратный анализ вероятностных характеристик случайных процессов.